



**Raúl José
Ramos Coutinho**

PARQUE MULTIUSOS Reconversão de uma Pedreira





**Raúl José
Ramos Coutinho**

**PARQUE MULTIUSOS
Reconversão de uma Pedreira**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geomateriais e Recursos Geológicos, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Doutor Fernando Ernesto Rocha de Almeida

Professor Associado do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha

Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro (orientador)

Doutor Rui Miguel Marques Moura

Professor Auxiliar do Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (arguente)

Doutor Artur Agostinho de Abreu e Sá

Professor Auxiliar do Departamento de Geologia da Escola de Ciências da Vida e do Ambiente da Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (arguente)

agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio e a ajuda de várias pessoas, algumas das quais merecem especial destaque e a quem quero expressar o meu mais sincero obrigado.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, pelo apoio, disponibilidade e orientação.

À Mestre Denise Terroso, técnica do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, pela preciosa ajuda na realização dos ensaios laboratoriais, paciência e incentivo.

À família Fraga, por me ter possibilitado o acesso à pedreira de “Merceais” e consulta da respetiva documentação, bem como pela disponibilidade e interesse demonstrados.

Ao Nuno Martins pelo incentivo e ajuda.

Para o Pedro Taboada de Zúñiga o meu profundo agradecimento pela amizade, pelo enorme apoio e por todos os momentos em que disponibilizou o seu tempo para me ajudar.

À Rosalía Taboada de Zúñiga pela amizade, disponibilidade e ajuda.

Às Anas, pela paciência e compreensão, pelo pouco tempo que lhes tenho dedicado, e por todo o apoio e dedicação.

Aos amigos pelo seu apoio... presentes nos bons e nos maus momentos.

A todos o meu muito obrigado.

palavras-chave

Paisagem, pedreira, extração, recuperação, parque, resíduos, escombros, lamas, terra vegetal, turismo geológico.

resumo

A intervenção na paisagem devido à indústria extrativa e suas consequências, bem como a defesa e recuperação da mesma são alguns dos aspetos consignados na legislação em vigor.

Neste contexto, o trabalho desenvolvido pretende apresentar uma possível solução para a recuperação de uma pedreira, criando um novo ambiente, de forma a minimizar os impactes visuais e ambientais, mas não deixando de lado a sua viabilidade em termos económicos, funcionais e de integração na envolvente existente.

Propõe-se transformar a zona de exploração num parque multiusos, proporcionando um local acessível à população em geral e tendo em conta alguns dos interesses dos atuais proprietários, nomeadamente a prática de hipismo, a ocupação de tempos livres e alguns protocolos com diversas associações e entidades.

Para o efeito, foi feita a caracterização e análise da situação de referência, a pedreira de “Merceais”, ao nível de enquadramento regional, processo produtivo, descritores ambientais e a gestão de resíduos.

Posteriormente, analisada a possibilidade de aplicação dos materiais remanescentes (escombros, lamas e terra vegetal) na recuperação paisagística, nomeadamente através da avaliação de algumas propriedades, tais como: a distribuição granulométrica, análise química, análise mineralógica; plasticidade, expansibilidade e superfície específica.

Os resultados obtidos, tanto em laboratório como “in situ”, evidenciaram a viabilidade da sua aplicação prática.

Por último, foi elaborada uma proposta de recuperação paisagística, neste caso a reconversão da pedreira num parque multiusos.

keywords

Landscape, quarry, extraction, recovery, park, residual, debris, mud, vegetable land, geological tourism.

abstract

The landscape intervention due to extraction industry and its consequences, as well the defense and recovery of that landscape are some of the aspects regarded by the current law.

In this context, this investigation pretends to present a possible solution to a quarry's recovery, developing a new environment, lowering the visual and environmental impacts, regarding also its economical and functional viability as well its integration in the existing landscape.

The proposal is to transform the exploitation area into a multifunctional park, opened to the public in general and regarding some of the rightful owners' interests, such as equestrian sports, free time and leisure activities and some protocols with associations and societies.

In order to do so, a characterization and a deep analysis of the "Merceais" Quarry in terms of local and regional frame, production process, environmental describers and the debris' management.

Further on, once the possibility of the usage of the surplus material (debris, mud and vegetable land), in the landscape recovery is taken into thought, throughout the assessment of its properties, such as : granularity distribution, chemical analysis, mineral analysis; plasticity, expansibility and specific surface.

The obtained data, in the restrain environment such a laboratory or "in situ", have showed its practical application viability.

For last, a landscape's recovery proposal was made specifically the transformation of the quarry into a multifunctional park.

Palabras clave

Paisaje, cantera, minería, recuperación, parque, desechos, escombros, lodos, tierra vegetal, turismo geológico.

Resumen

La intervención en el paisaje debido a la minería y sus consecuencias, así como, la defensa y la recuperación del mismo, son sólo algunos de los aspectos recogidos en la legislación vigente.

En este contexto, el trabajo tiene como objetivo presentar una posible solución para la recuperación de una cantera, creando un nuevo ambiente, con el fin de minimizar el impacto visual y ambiental, pero sin dejar de lado su viabilidad en términos económicos, funcionales y de integración en el entorno existente.

Se propone transformar el área en un parque de exploración de usos múltiples, proporcionando un lugar accesible para la población en general, y teniendo en cuenta algunos de los intereses de los propietarios actuales, incluida la práctica de la equitación, el ocio y algunos protocolos con diferentes asociaciones y entidades.

Para este propósito, se realizó la caracterización y análisis de situación de referencia, de la cantera "Merceais" a nivel de marco regional, proceso de producción, los condicionantes ambientales y la gestión de residuos.

Posteriormente, se examinaron las posibilidades de aplicación de los materiales existentes (escombros, lodo y tierra vegetal) en la restauración del paisaje, incluida la evaluación de algunas propiedades, como la distribución por tamaño de partículas, análisis químico, análisis mineralógico, plasticidad, expansibilidad y la superficie específica.

Los resultados obtenidos en el laboratorio e "in situ", demostraron la viabilidad de su aplicación práctica.

Por último, se presenta una propuesta para la recuperación paisajística, en este caso, la reconversión de la cantera en un parque de usos múltiples.

ÍNDICE

	Página
JÚRI	III
AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
RESUMEN	VII
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Recuperação paisagística	3
1.2. Finalidades e Objetivos	5
1.3. Estrutura da dissertação	6
2. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA	7
2.1. Localização e acessos	7
2.2. Instalações Auxiliares	8
2.3. Descrição do Processo Produtivo	9
2.4. Descritores Ambientais	13
2.4.1. Clima	13
2.4.1.1. Temperatura	15
2.4.1.2. Precipitação	17
2.4.1.3. Humidade	19
2.4.1.4. Geadas	20
2.4.1.5. Insolação	21
2.4.1.6. Evapotranspiração	21
2.4.1.7. Regime de ventos	21
2.4.2. Solo e sua ocupação	22
2.4.3. Caracterização Geomorfológica e Geológica	23
2.4.4. Recursos Hídricos	29
2.4.5. Vegetação e Fauna	29
2.4.6. Rede Viária	31
2.5. Produção de resíduos de extração	32
2.5.1. Gestão de Resíduos	32
2.5.2. Quantificação de "Resíduos" produzidos	33
3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE LABORATORIAL	35
3.1. Procedimento Laboratorial	35
3.2. Análise Granulométrica	36
3.2.1. Rendimento	37
3.3. Análise Química	38
3.3.1. Fluorescência de Raios X (FRX)	38

3.4. Análise Mineralógica	39
3.4.1. Difração de Raios X	39
3.5. Superfície Específica (SE)	40
3.6. Expansibilidade	41
3.7. Plasticidade	44
3.7.1. Calculo limite liquidez (LL)	45
3.7.2. Calculo Limite plasticidade (LP)	47
3.7.3. Calculo teor humidade	48
3.8. Ensaio no âmbito da marcação CE	49
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	51
4.1. Análise Granulométrica	51
4.1.1. Cálculo do rendimento	54
4.2. Análise Química	55
4.2.1. Determinação dos Elementos Maiores e Perda ao Rubro	55
4.2.2. Determinação dos Elementos Menores e em Traço	58
4.3. Análise Mineralógica	62
4.4. Superfície Específica	65
4.5. Expansibilidade	66
4.6. Plasticidade	68
4.7. Ensaio no âmbito da marcação CE	70
5. ENSAIO DE APLICAÇÃO	73
6. PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA	77
6.1. Enquadramento Legal	77
6.2. Pressupostos da proposta	78
6.3. A proposta – Um Parque Multiusos	80
6.3.1. Modelação	80
6.3.2. Revegetação	84
6.3.3. Usos	88
6.3.4. Outras considerações	94
6.4. Manutenção, Monitorização e Vigilância	97
6.5. Parcerias	99
7. CONCLUSÕES	101
BIBLIOGRAFIA	107

ANEXOS		115
ANEXO I	Massas das frações fina e grosseira. Valores dos rendimentos.	117
ANEXO II	Determinação dos Elementos Menores e em Traço	119
ANEXO III	Difractogramas	121
ANEXO IV	Cálculo da Expansibilidade	129
ANEXO V	Cálculo Limites de Liquidez (LL) e Plasticidade (LP)	131
ANEXO VI	Plantas, desenhos, perfis e registos fotográficos	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Pedreira de “Merceais”	3
Figura 2.2	Enquadramento da localização em Trás-os-Montes. Extrato Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000.	8
Figura 2.3	Perfurador móvel - Pedreira de “Merceais”	9
Figura 2.4	Primário móvel – “Pedreira de Merceais”	10
Figura 2.5	Filtros prensa – “Pedreira de Merceais”	11
Figura 2.6	Exploração das bancadas – Pedreira de “Merceais”	11
Figura 2.7	Lagoa – Pedreiras de “Merceais”	12
Figura 2.8	Classificação Climática de Köppen-Geiger	14
Figura 2.9	Temperatura do ar, normais climatológicas	15
Figura 2.10	Temperatura média diária anual	16
Figura 2.11	Precipitação, normais climatológicas	17
Figura 2.12	Precipitação, média anual quantidade total	18
Figura 2.13	Humidade relativa do ar	19
Figura 2.14	Risco de ocorrência de Geadas	20
Figura 2.15	Risco de ocorrência de ventos	22
Figura 2.16	Foto aérea da pedreira de “Merceais”	23
Figura 2.17	Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000, na sua Folha nº 62 – Valpaços	24
Figura 2.18	Divisão estrutural do Maciço Hespérico	25
Figura 2.19	Representação esquemática da Zona Centro-Ibérica e da Zona Galiza – Trás-os-Montes	26
Figura 2.20	Extrato da Carta Geológica de Portugal na escala 1/500 000	27
Figura 2.21	Extrato da folha 2 da Carta Geológica de Portugal	28
Figura 2.22	Vegetação – Pedreira de “Merceais”	29
Figura 2.23	Rede Viária	31

Figura 4.1	Análise granulométrica dos escombros (E) – Curvas Granulométricas	52
Figura 4.2	Análise granulométrica dos escombros (EA) – Curvas Granulométricas	53
Figura 4.3	Representação das amostras de escombros E e EA - (sem escala)	53
Figura 4.4	Variação dos rendimentos das amostras estudadas	54
Figura 4.5	Representação das amostras de lamas (L) e terra vegetal (TV) - (sem escala)	55
Figura 4.6	Diagrama sílica/álcalis para algumas rochas ígneas importantes	57
Figura 4.7	Tabela Minerais essenciais das rochas ígneas	62
Figura 4.8	Composição mineralógica por famílias de rocha	64
Figura 4.9	Valores de Superfície Específica	65
Figura 4.10	Curva de expansibilidade das amostras de lamas (L1, L2, L3 e L4)	67
Figura 4.11	Gráfico dos Valores da expansibilidade das lamas	68
Figura 4.12	Gráfico dos Limites de Consistência e índice de Plasticidade	69
Figura 5.1	Secção tipo do terreno recuperado (m)	73
Figura 5.2	Imagens do ensaio de aplicação - (sem escala)	74
Figura 5.3	Modelação de terreno	75
Figura 6.1	Plano de pedreira - Elementos constituintes - Pedreiras da classe 1	77/78
Figura 6.2	Situação Atual do Terreno	81
Figura 6.3	Modelação final do terreno por níveis	83
Figura 6.4	Identificação das espécies gramíneas e herbáceas	84
Figura 6.5	Identificação de algumas espécies arbustivas	85
Figura 6.6	Identificação de algumas espécies arbóreas	86
Figura 6.7	Proposta de revegetação	87
Figura 6.8	Localização dos diferentes tipos de circuitos	89
Figura 6.9	Relações estabelecidas entre os conceitos de Geodiversidade, Património geológico e Geoturismo	91
Figura 6.10	Proposta de usos e edificações	92/93
Figura 6.11	Planta final	94

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Ensaio realizado por tipo de amostra	35
Quadro 2	Resultados dos ensaios no âmbito da marcação CE	70/71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1	Análise granulométrica dos Escombros (E)	51
Tabela 4.2	Análise granulométrica dos Escombros (EA)	52
Tabela 4.3	Análise química (%)	56
Tabela 4.4	Determinação de alguns Elementos Menores (ppm)	59
Tabela 4.5	Valores Limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à aplicação no solo agrícola (Decreto-Lei n.º 276/2009)	60
Tabela 4.6	Valores Limite de concentração de metais pesados nos solos em função do pH (adaptado do Decreto-Lei n.º 276/2009)	61
Tabela 4.7	Análise Mineralógica	63
Tabela 4.8	Valores de LL, LP e IP (%)	69
Tabela 5.1	Variação do Crescimento dos Pinheiros	74

“As pedras não são outra coisa, algo distinto de nós, não são de outro reino, como diriam os nobres. São como nós, só que aprenderam a meditar. Meditar é concentrar-se em distrair-se. A sua mente está completamente em branco. E é por isso que duram mais. São mais sábias.”

Eduardo Casar

“... Sempre afirmei que os lugares são mais fortes do que as pessoas, o palco mais do que o acontecimento. Essa possibilidade de permanência é o único que faz a paisagem ou as coisas construídas superiores às pessoas.”

Aldo Rossi

1.

INTRODUÇÃO

1.1.

RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA

Falar da paisagem é muito mais do que falar naquilo que se vê à superfície da nossa envolvente. A paisagem constitui um sistema complexo e dinâmico, onde diferentes fatores como a geologia, o clima, o solo, o relevo, a flora, a fauna, a intervenção humana, etc., se influenciam e interagem, evoluindo ao longo do tempo, determinando e sendo determinados pela estrutura global (Naveh e Lieberman, 1984; Forman e Godron, 1986).



Figura 2.1 – Pedreira de “Merceais”

A paisagem é uma imagem desses fatores, por isso, quando existe um desequilíbrio entre os sistemas naturais e/ou artificiais a imagem que se tem é a de uma paisagem desordenada (Espanica, 1997).

A indústria extrativa (figura 2.1), mais concretamente os locais de exploração, usualmente designados por pedreiras são responsáveis pela criação de alguns exemplos de paisagens desordenadas, deixando no território cicatrizes que podemos observar ao longo de todo o país.

A intervenção na paisagem devido à indústria extrativa e suas consequências, bem como a defesa e recuperação da mesma são alguns dos aspetos consignados na legislação em vigor, nomeadamente no Decreto-Lei n.º 340/2007 que aprova o regime jurídico de pesquisa e exploração de massas minerais (pedreiras).

Na recuperação paisagística podem ser adotados 3 tipos de metodologia, tanto por separado como conjuntamente:

- O restauro - consiste no restabelecimento do nível e perfil originais do terreno (Lecoq, 2002), ou seja, devolver ao espaço as suas condições iniciais,
- A reabilitação - pressupõe uma recuperação de funções e processos naturais, tendo em conta a integração do espaço na sua envolvente e não pretendendo devolver o estado inicial da paisagem, mas recriá-la (Bastos, 2005).
- A reconversão - implica a alteração substancial do aspeto e condições resultantes da atividade extrativa sem pretender atingir o uso anterior à exploração (Lecoq, 2002).

Um dos grandes desafios na indústria extrativa é definir qual o processo de recuperação, o mais próximo do ideal, partindo do pressuposto, que cada caso é único e que cada espaço tem as suas respetivas potencialidades, tanto em termos de viabilidade a nível económico quer de integração na própria paisagem, não se resumindo a um simples cumprimento legal.

É neste cenário que surge a ideia para a realização deste trabalho, cujo tema central é transformar um zona de exploração de granito, situada em Mirandela, distrito de Bragança, num parque multiusos, proporcionando um local acessível à população em geral e tendo em conta alguns dos interesses dos atuais proprietários, nomeadamente a prática de hipismo, a ocupação de tempos livres e alguns protocolos com diversas associações e entidades.

1.2.

FINALIDADES E OBJETIVOS

Espera-se que este trabalho contribua para o desenvolvimento de uma possível solução para a recuperação de um espaço inerte, criando um novo ambiente, de forma a minimizar os impactos visuais e ambientais, mas não deixando de lado a sua viabilidade em termos económicos, funcionais e de integração na envolvente existente.

Desta forma, e tendo em conta o anteriormente enunciado, pretende-se:

- Identificar e analisar a potencial utilização de materiais remanescentes (escombros, lamas e terra vegetal) e não aproveitados durante a fase de exploração com o propósito de os aproveitar durante a recuperação paisagística;
- Levantamento e caracterização da zona de extração;
- Perceber quais as áreas em que existe uma maior necessidade de intervenção e a que escala;
- Apresentar um projeto pluridisciplinar definindo o uso final;
- Definir atividades para manutenção, monitorização e vigilância.

Com base nos objetivos definidos para a recuperação e reconversão da pedreira, efetuar a análise e caracterização da área de intervenção e alguns dos seus constituintes, focando aspetos de geologia, solo/ocupação do solo, recursos hídricos, clima, fauna/flora, acessos, paisagem, utilização de lamas e granito de menor qualidade, etc.

1.3.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura deste trabalho encontra-se dividida em sete capítulos.

O presente capítulo fez uma introdução generalizada ao tema da recuperação paisagística na indústria extrativa, as diferentes metodologias de intervenção e os motivos e objetivos que conduziram a esta dissertação.

No capítulo 2 é feita a caracterização e análise da situação de referência, a pedreira de “Merceais”, ao nível de enquadramento regional, processo produtivo, descritores ambientais (clima, solo e ocupação do solo, caracterização geomorfológica e geológica, recursos hídricos, vegetação e fauna) e a gestão de resíduos.

O capítulo 3 refere-se aos métodos e técnicas de análise laboratorial utilizados no estudo das amostras de lamas, escombros e terra vegetal; nomeadamente a separação granulométrica, análise química, análise mineralógica, plasticidade, expansibilidade e superfície específica.

No capítulo 4 é feita a análise e interpretação dos resultados obtidos.

O ensaio de aplicação dos materiais remanescentes na recuperação da pedreira é descrito no capítulo 5.

O capítulo 6 é dedicado à apresentação de uma proposta de recuperação paisagística, neste caso a transformação da pedreira num parque multiusos.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões, considerações finais e possíveis trabalhos futuros. No final deste trabalho são apresentadas todas as referências bibliográficas utilizadas, seguidas dos anexos com algumas tabelas de resultados, quadros, difractogramas, plantas representativas da situação inicial, bem como da solução de ocupação final e fotografias.

2.

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

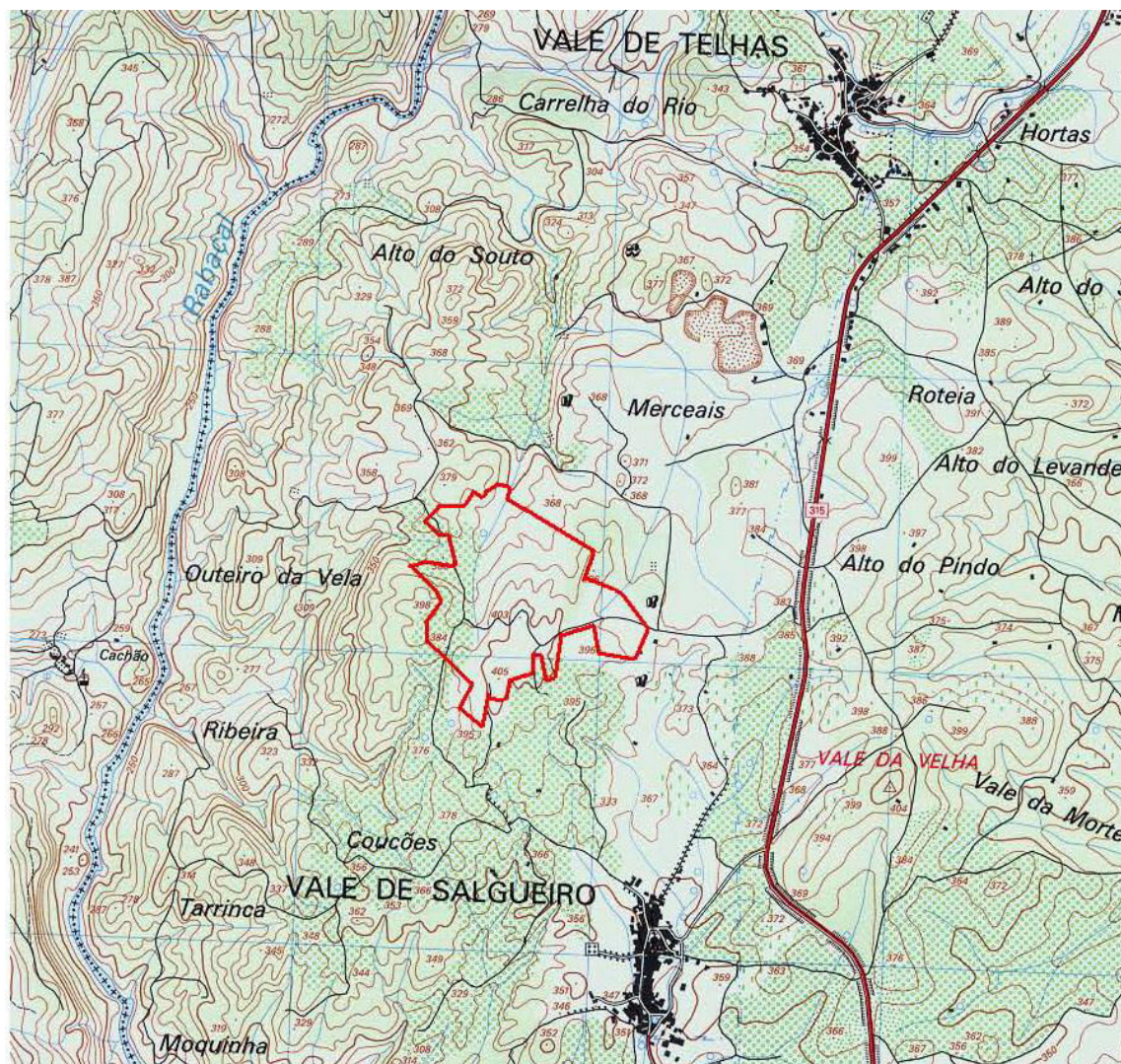
2.1.

LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A área de estudo, Pedreira de "Merceais", situa-se na zona Norte do país, mais precisamente na freguesia de Vale de Salgueiro, concelho de Mirandela e distrito de Bragança (figura 2.2).

O acesso principal à pedreira é feito a partir da estrada nacional 315, que liga Mirandela à estrada E.N. 206, que por sua vez faz a ligação entre Valpaços e Torre D. Chama.

Existem acessos dentro da própria área de exploração que permitem a ligação entre as diferentes áreas de atividade produtiva e respetivas instalações de apoio.



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

Figura 2.2 – Enquadramento da localização em Trás-os-Montes

Extrato Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000.

Fonte: Instituto Geográfico do Exército – www.igeoe.pt

2.2.

INSTALAÇÕES AUXILIARES

A empresa dispõe de instalações de carácter social, sanitários, vestiários e zona de lazer.

Possui ainda um contentor destinado a armazém e uma casa junto da entrada, destinada ao guarda da pedreira.

Existe ainda um depósito de 10 000 litros e respetiva bomba de gasóleo que serve para fornecimento de combustível aos equipamentos e máquinas da empresa.

Em termos de abastecimento de energia elétrica existe um posto de transformação ligado à rede geral de alta tensão.

2.3.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A principal atividade da pedreira de “Merceais” é a extração e comércio de agregados de origem granítica.



Figura 2.3 – Perfurador móvel - Pedreira de “Merceais”

A definição da zona a explorar tem em conta o Plano de Lavra e o conhecimento/experiência quanto à qualidade da matéria-prima, de forma a garantir uma produção o mais uniforme possível.

Após a perfuração (perfurador móvel – figura 2.3) procede-se ao desmonte mediante utilização de explosivos e/ou de outro equipamento (ex. martelo hidráulico), consoante o mais adequado.

A matéria-prima é inspecionada visualmente quanto à homogeneidade de cor e presença de matérias desconhecidas e é feita uma primeira redução de granulometria, através de um primário móvel (figura 2.4). Posteriormente é reencaminhada para as centrais de lavagem e britagem.



Figura 2.4 – Primário móvel - Pedreira de “Merceais”

Os produtos fabricados consistem em agregados de variadas granulometrias, nomeadamente, agregados finos (areia e pó), agregados grossos (britas) e agregados de granulometria extensa (tout-venant).

Ao longo da exploração sempre que haja a existência quer de terras de cobertura quer de material de menor qualidade, estes são depositados e armazenados em zonas definidas para tal, de modo a poderem vir a ser posteriormente utilizados na recuperação paisagística da pedreira.

As lamas, resultantes do processo de lavagem e britagem de alguns agregados, são desidratadas através de filtros prensa (figura 2.5) para serem igualmente utilizadas na recuperação paisagística.



Figura 2.5 – Filtros prensa - Pedreira de “Merceais”

À medida que as bancadas (figura 2.6) são exploradas de acordo com o plano de lavra proposto, vão sendo modeladas de modo a estarem aptas a receber, logo que possível, a plantação de espécies arbóreas e arbustivas que permitam a integração visual dos terrenos explorados e atenuação do impacto visual causado.



Figura 2.6 – Exploração das bancadas – Pedreira de “Merceais”

Toda a água utilizada na exploração é abastecida a partir de um furo.

Os esgotos domésticos produzidos nas instalações sociais estão a ser conduzidos para o saneamento municipal.

Relativamente às águas residuais da oficina e do posto de combustível são todas encaminhadas, para tratamento, para um separador de hidrocarbonetos.

As águas de escorrência e as águas pluviais são drenadas e encaminhadas para a lagoa (figura 2.7) - bacia de decantação existente à cota inferior da pedreira e após sofrerem um tratamento físico de clarificação são reaproveitadas, para a rega de caminhos e acessos, com vista ao controlo da dispersão de poeiras e aspersão na instalação industrial.

Ao longo dos últimos anos foram realizadas análises ao pH da água, tanto da lagoa como do furo, tendo sido registados valores entre 6 e 8.



Figura 2.7 – Lagoa – Pedreiras de “Merceais”

Em relação aos resíduos produzidos, resultantes da atividade extrativa, a empresa efetua uma gestão adequada dos mesmos, tanto no armazenamento, quantificação e caracterização de acordo com os códigos LER, e quando aplicável, conduzindo-os para empresas devidamente licenciadas para a recolha e valorização dos mesmos.

2.4.

DESCRITORES AMBIENTAIS

2.4.1.

CLIMA

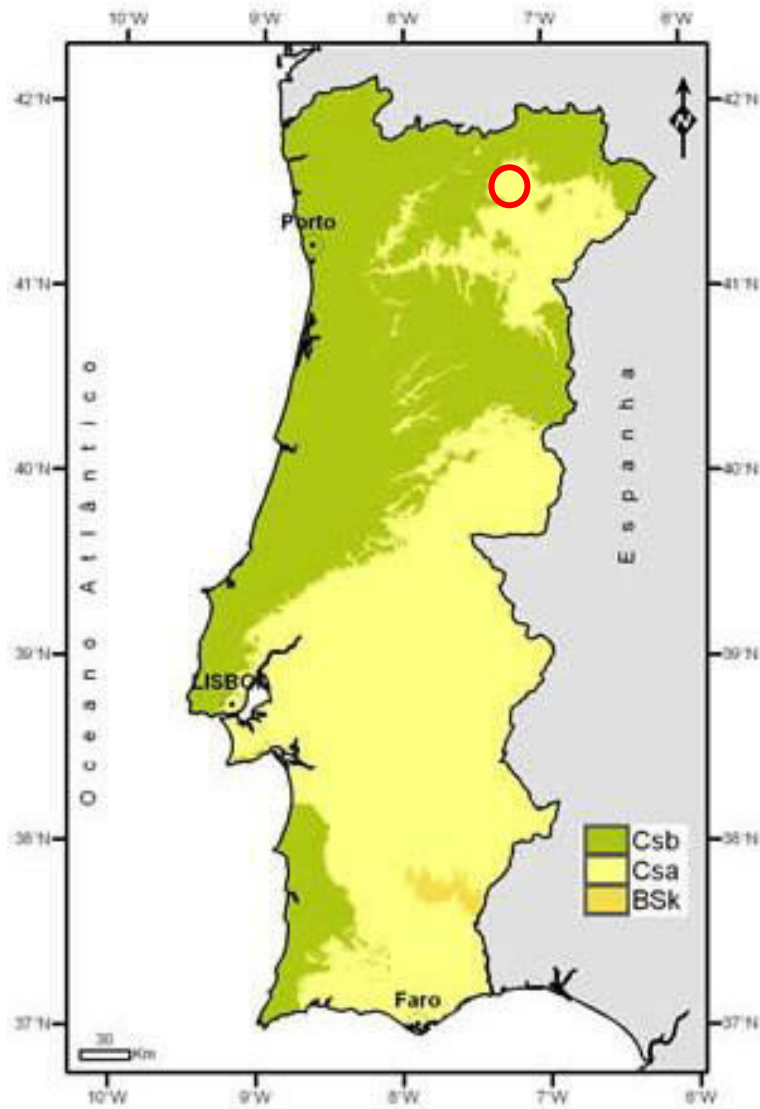
Ao nível de paisagem, esta região é designada como Terra Quente Transmontana.

A análise climática da região estudada resulta da análise dos dados climatológicos da estação meteorológica de Bragança - Estação sinóptica; número: 575, localização: Latitude: 41°48'N; Longitude: 06°44'W; Altura: 690m, disponibilizados pelo Instituto de Meteorologia de Portugal.

O clima da região de Trás-os-Montes apresenta características marcadamente mediterrânicas, verificando-se uma reduzida pluviosidade nos meses de Julho e Agosto (Verão). A existência de cadeias montanhosas, nomeadamente do Marão, isola esta região dos ventos marítimos. Assim, o Verão é extremamente quente e seco, e o Inverno rigoroso e com elevada humidade.

Segundo o Instituto de Meteorologia de Portugal (IMP, IP Portugal), os resultados obtidos pela cartografia, para a classificação climática segundo o método de Köppen-Geiger (figura 2.8), permitem classificar a maioria de Portugal Continental como clima temperado, do Tipo C, verificando-se o subtipo Cs (Clima temperado com Verão seco) e as seguintes variedades:

- **Csa**, clima temperado com Verão quente e seco (parte do distrito de Bragança),
- **Csb**, clima temperado com Verão seco e suave,
- **BSk**, clima semiárido.



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

Figura 2.8 – Classificação Climática de Köppen-Geiger

Fonte: IMP, IP Portugal – www.meteo.pt

2.4.1.1.

TEMPERATURA

A temperatura do ar é um dos parâmetros climatológicos mais importantes, por influenciar todas as atividades do homem, a vegetação, a fauna, etc.

Com base nos dados provisórios da estação meteorológica, verifica-se que entre 1981 e 2010, os valores médios de temperatura variam entre -11,6°C e 39,5°C, concluindo-se que o mês mais quente é Agosto e o mais frio é Fevereiro (figura 2.9).

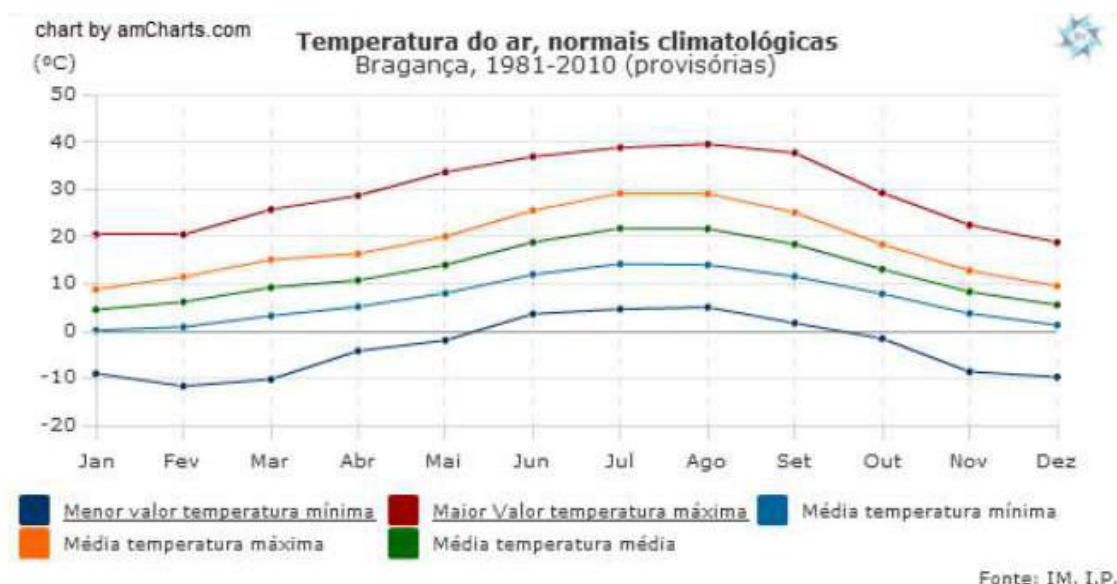
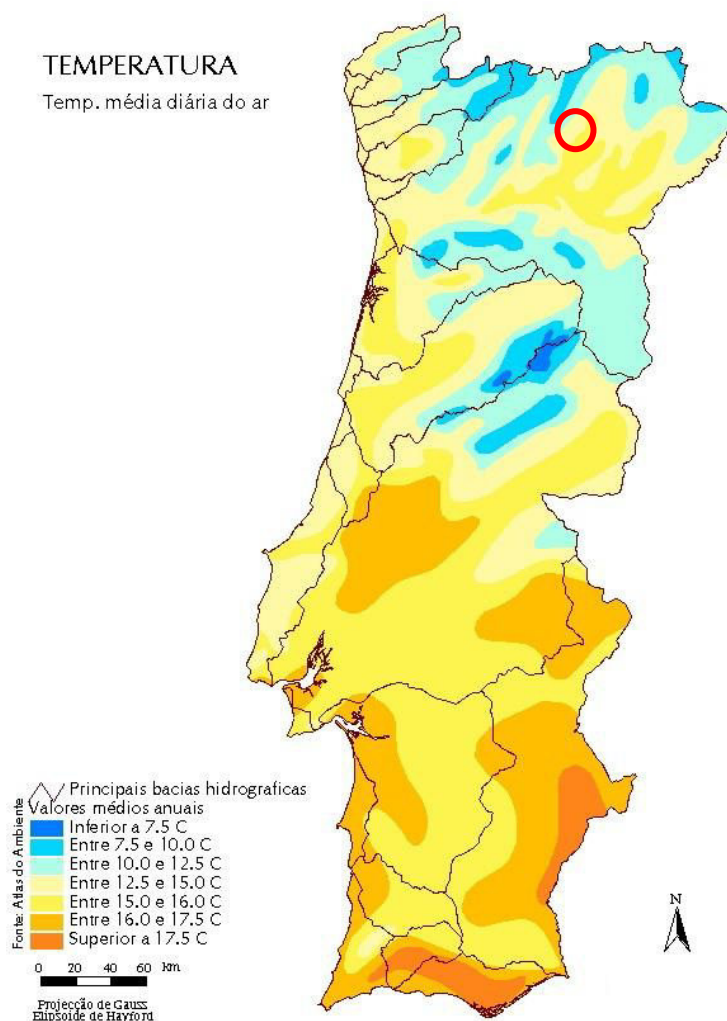


Figura 2.9 – Temperatura do ar, normais climatológicas

Fonte: IMP, IP Portugal – www.meteo.pt

A amplitude da variação anual da temperatura do ar é elevada, devido essencialmente aos máximos verificados durante o Verão e a temperatura média diária anual varia entre 12, 5°C e 16°C (figura 2.10).



Legenda: — Localização da pedreira de “Merceais”

Figura 2.10 – Temperatura média diária anual

Fonte: Atlas do Ambiente Digital – www.apambiente.pt

2.4.1.2.

PRECIPITAÇÃO

A precipitação aliada à temperatura, constituem as grandes limitações ao desenvolvimento da vegetação, afetando diretamente o ciclo hidrológico.

Em relação à precipitação verifica-se que Dezembro é o mês mais chuvoso e Julho o mês mais seco, tendo ocorrido uma precipitação anual média entre 15,4 mm e 121,6 mm. A quantidade máxima diária de precipitação que se faz sentir durante o ano varia entre 29 mm e 77,9 mm (figura 2.11) e a média anual da quantidade total varia entre 500 mm e 700 mm (figura 2.12).

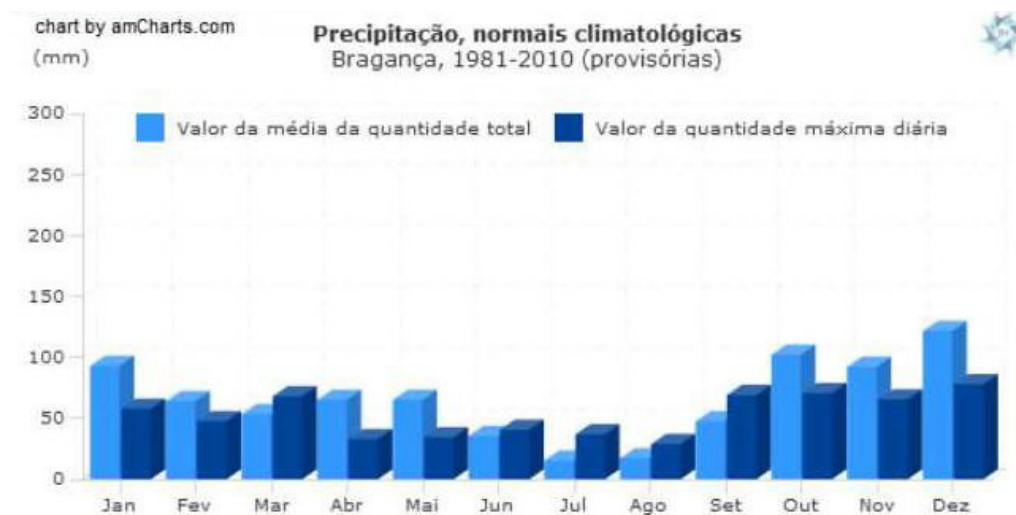
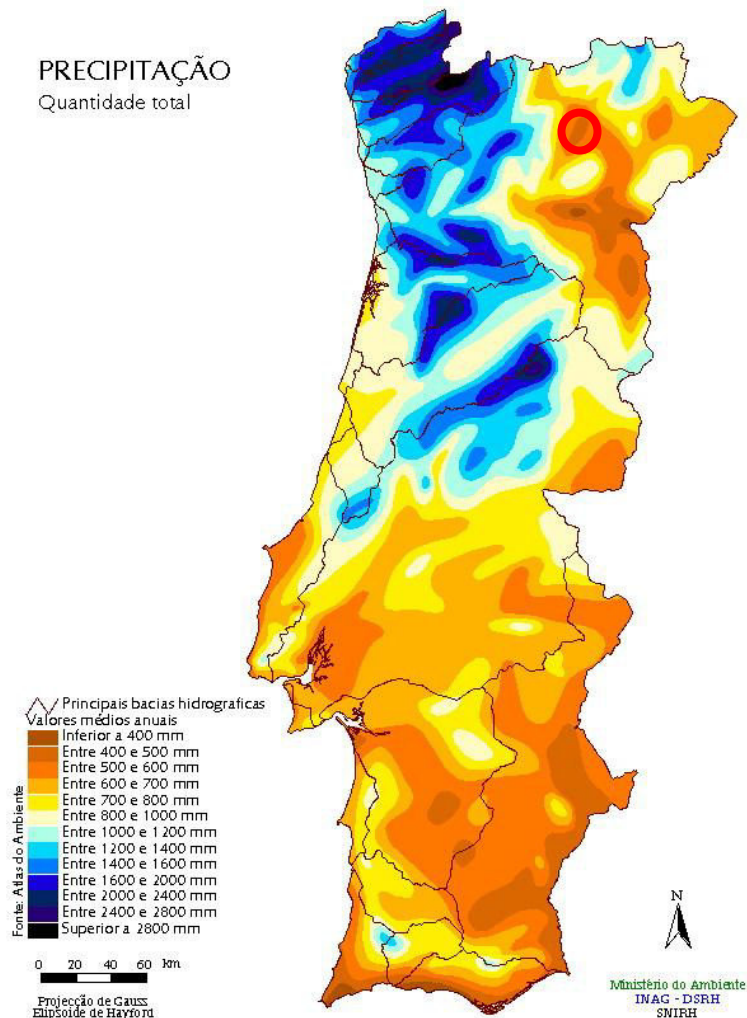


Figura 2.11 – Precipitação, normais climatológicas

Fonte: IMP, IP Portugal – www.meteo.pt



Legenda: — Localização da pedreira de “Merceais”

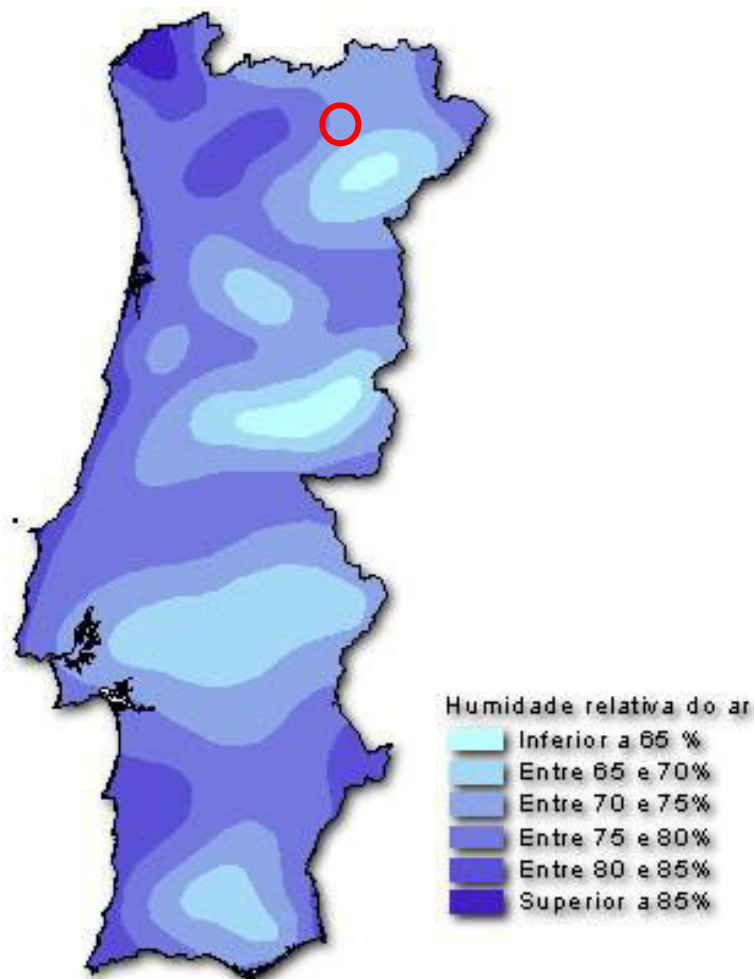
Figura 2.12 – Precipitação, média anual quantidade total

Fonte: Atlas do Ambiente Digital – www.apambiente.pt

2.4.1.3.

HUMIDADE

No local de implantação da pedreira, de acordo com o Atlas do Ambiente, a humidade do ar apresenta valores médios anuais entre 70 e 75% (figura 2.13), sendo nos meses de Janeiro e Dezembro que a humidade relativa apresenta valores mais elevados, e no mês de Julho valores mínimos.



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

Figura 2.13 – Humidade relativa do ar

Fonte: Atlas do Ambiente Digital – www.apambiente.pt

2.4.1.4. GEADAS

No concelho de Mirandela o risco de ocorrência de geadas varia entre moderado e elevado, com especial incidência nos meses de Dezembro a Fevereiro (figura 2.14).

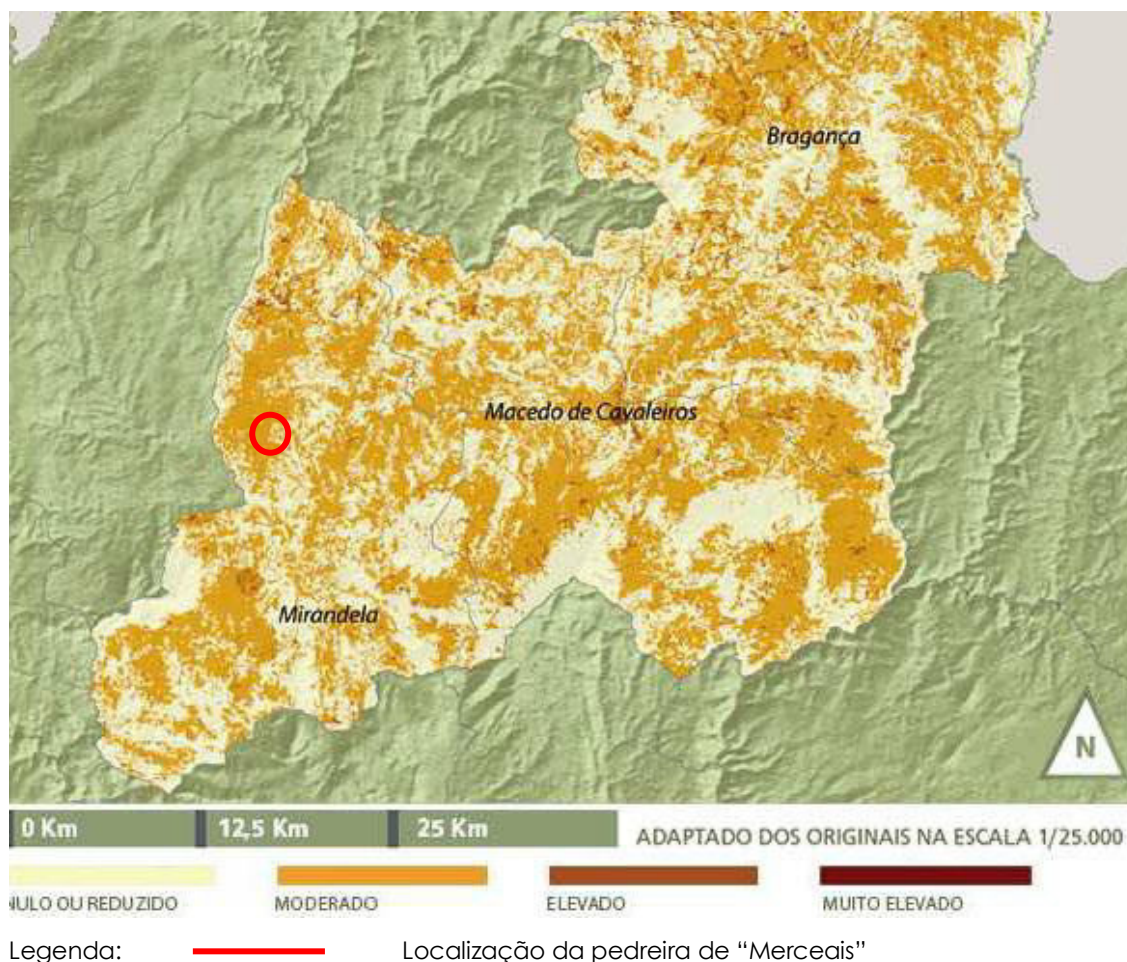


Figura 2.14 – Risco de ocorrência de Geadas

Fonte: Geoatritouto – www.geoatritouto.com/atlas

2.4.1.5.

INSOLAÇÃO

A insolação traduz-se no tempo sobre o qual o sol está descoberto e tem grande influência sobre a vegetação e contribui para a avaliação dos índices de conforto humano.

A insolação máxima ocorre em Julho com 357,4 horas de sol, ao contrário do mês de Dezembro em que apenas se verificou um valor de 75,9 horas.

O valor médio anual de insolação é de 2487 horas, segundo os dados da estação meteorológica de Bragança.

2.4.1.6.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A importância da evapotranspiração é evidente pela sua influência sobre o crescimento e distribuição das plantas.

No que se refere à evapotranspiração real, verificam-se valores médios anuais entre 400 e 450 mm, de acordo com o Atlas do Ambiente.

2.4.1.7.

REGIME DE VENTOS

As velocidades médias mensais do vento caracterizam-se com um valor médio mínimo de 5,4 km/h no mês de Novembro e um valor médio máximo de 9,0 km/h no mês de Julho, segundo os dados da estação meteorológica.

De acordo com o Instituto de Meteorologia, o rumo dos ventos indica a predominância de Oeste para Este.

O risco de ocorrência de ventos fortes é reduzido na maior parte do concelho de Mirandela (figura 2.15).

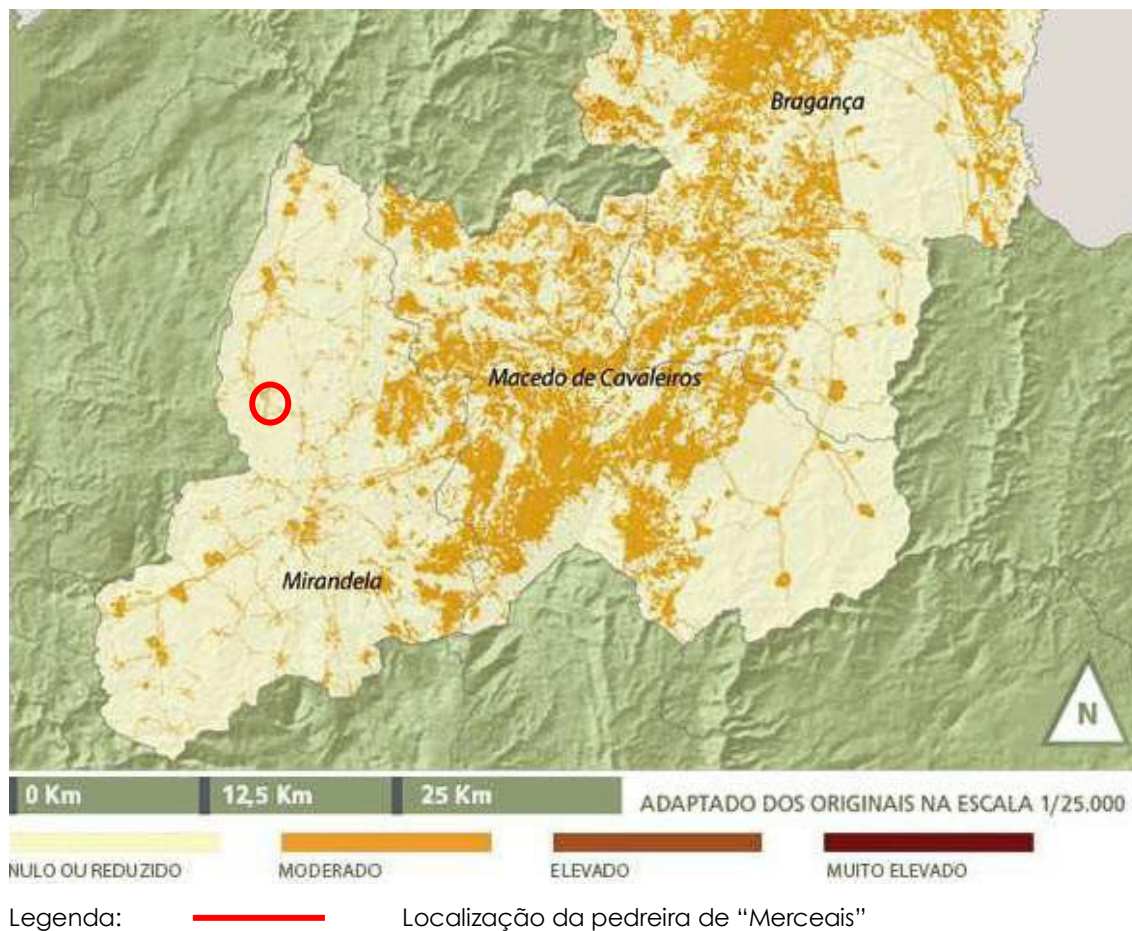


Figura 2.15 – Risco de ocorrência de ventos

Fonte: Geoatributo – www.geoatributo.com/atlas

2.4.2.

SOLO E SUA OCUPAÇÃO

O local onde se encontra implantada a pedreira de Merceais (figura 2.16), desenvolve-se ao longo da encosta oriental de um maciço granítico situado a sudoeste do centro da povoação de Vale de Telhas. Trata-se de uma zona granítica com vegetação rasteira e alguns pinheiros.

Relativamente ao uso e ocupação do solo, verifica-se um uso agrícola, nomeadamente a presença de oliveiras e algumas árvores de fruto, tais como, a cerejeira e a macieira. A produção florestal com pouco significado traduz-se na existência de alguns pinheiros, carvalhos e sobreiros.



Figura 2.16 – Foto aérea da pedreira de “Merceais”

Fonte: Google Earth

A ocupação urbana é dispersa e quase inexistente, na sua maioria habitações rurais e isoladas. Existem alguns espaços não cultivados com vegetação pouco desenvolvida.

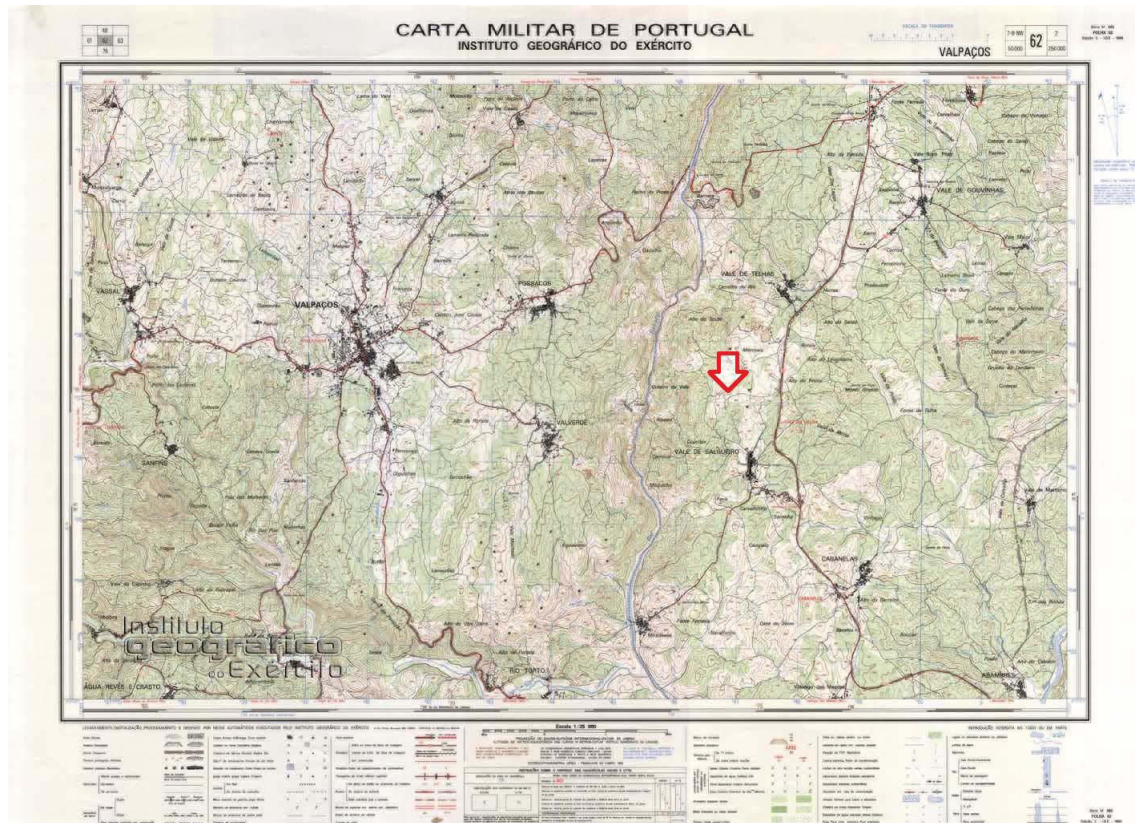
2.4.3.

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E GEOLÓGICA

A região de Trás-os-Montes está situada a NE de Portugal, pertencendo ao ciclo hercínico da Península Ibérica.

A pedreira de Merceais desenvolve-se numa vertente de colina voltada para Norte na margem leste do Rio Rabaçal, no flanco leste do maciço de granito de Valpaços (Plano de Lavra, 2001).

Esta região encontra-se representada na Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000, na sua Folha nº 62 – Valpaços (figura 2.17).



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

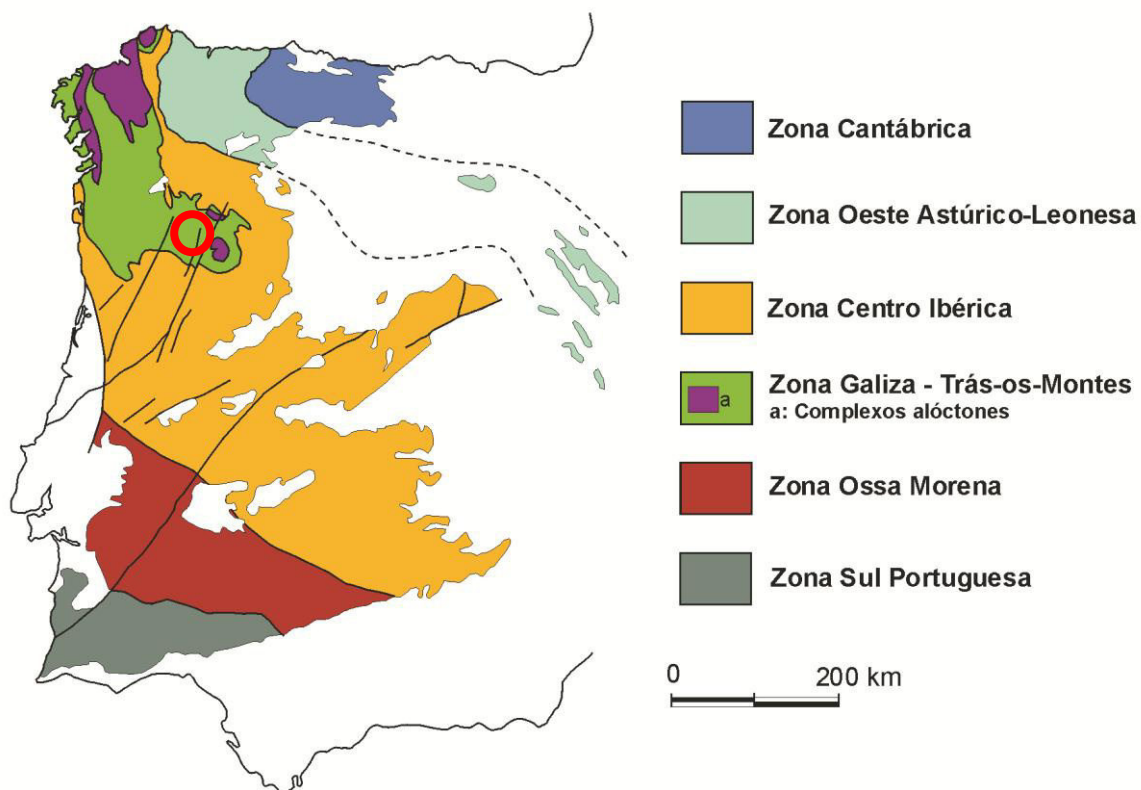
Figura 2.17 – Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000, na sua Folha nº 62 – Valpaços

Fonte: Instituto Geográfico do Exército – www.igoe.pt

A área onde se situa a pedreira, com 243.536 m², enquadra-se na zona da Galiza Média-Trás-os-Montes (ZGMTM), a qual corresponde a uma das unidades mais importantes que compõem o Maciço Hespérico ou Ibérico (figuras 2.18 e 2.19) e onde prevalecem rochas xistentas e quartzíticas de idade ordovícica, silúrica e devónica (Plano de Lavra, 2001).

A geologia de Trás-os-Montes (PROT – CCDD Norte - 2009) compreende:

- Terrenos metassedimentares autóctones, subautóctones, para autóctones e alóctones
- Rochas granitóides e filonianas
- Unidades Cenozóicas



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

Figura 2.18 – Divisão estrutural do Maciço Hespérico

Fonte: Adap. Pérez-Estaún et al. - 2004

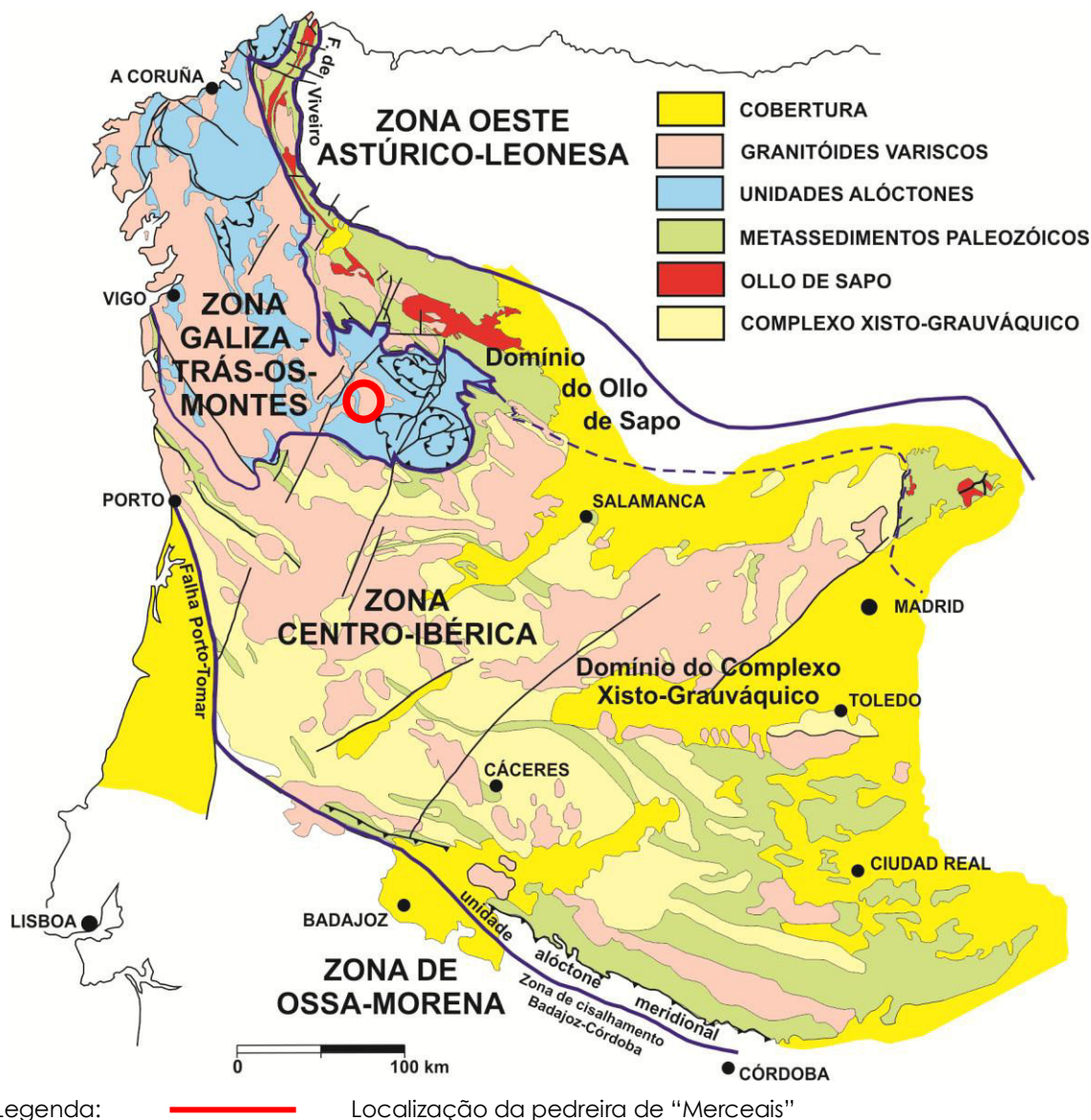


Figura 2.19 – Representação esquemática da Zona Centro-Ibérica e da Zona Galiza – Trás-os-Montes

Fonte: Adap Martínez-Catalán et al. - 2004

A rocha granítica é referenciada na carta geológica (figuras 2.20 e 2.21) por y¹ 4. Esta rocha corresponde a um granito de grão médio a grosseiro, de duas micas, essencialmente biofítico. Segundo a mesma carta, esta rocha insere-se num grupo maior de granitos, de duas micas, de origem tardi a pós-tectónica relativamente à fase D3 da orogénia Hercínica. Integra um conjunto de rochas graníticas da série tardia que ocorrem cortadas por cisalhamentos frágeis,

nomeadamente, a falha Régua-Verin, com orientação predominante segundo a direção NE-SW (Plano de Lavra, 2001).



Legenda: — Localização da pedreira de "Merceais"

Figura 2.20 – Extrato da Carta Geológica de Portugal na escala 1/500 000

Fonte: Recursos Geológicos e Hidrogeológicos da Região Norte - Plano Regional de Ordenamento de Território do Norte (PROT) - CCDR-Norte - 2009

**LEGENDA:**

Área da pedreira em estudo

Escala aproximada ~1/180 000

Rochas Metassedimentares do Complexo Parautóctone

S_{px}

Formações Pelito-grauváquicas do Silúrico inferior

S_{yc}

Formações Quartzíticas do Silúrico superior

ESTRUTURAS

Contactos geológicos

Falhas confirmadas

Falhas prováveis

Rochas Graníticas tardi a pós-tectónicas Hercínicas

Granito de grão médio a grosseiro de duas micas essencialmente biotítico, γ^1 .

Fácies mais fina de γ^1 .

Fácies granítica Aplítica.

Figura 2.21 – Extrato da folha 2 da Carta Geológica de Portugal

Fonte: Laboratório nacional de Energia e geologia – www.lneg.pt

2.4.4.

RECURSOS HÍDRICOS

O padrão de drenagem existente está fortemente condicionado pela fracturação e declive irregular do terreno.

Existem várias linhas de água, de ordem secundária, que apresentam, drenagem ocasional, para a linha de água principal - o rio Rabaçal.

O local em estudo caracteriza-se como sendo um meio fissurado com permeabilidade média a baixa.

2.4.5.

VEGETAÇÃO E FAUNA

Vegetação

As espécies vegetais e sua distribuição é afetada por alguns fatores como sejam, o tipo de solo, o clima, a altitude e a própria ação humana.



Figura 2.22 – Vegetação – Pedreira de “Merceais”

Na área de intervenção e envolvente próxima, em termos de cobertura vegetal (figura 2.22) é essencialmente ocupado no estrato arbóreo por pinheiro-bravo e a oliveira, e em zonas mais afastadas, o sobreiro, o carvalho português, a azinheira e o castanheiro.

Como exemplos de vegetação arbustiva e herbácea podemos encontrar exemplos de giestais e estevais, bem como diversos tipos de comunidades pratenses.

Fauna

A caracterização da fauna foi efetuada através de observações no local em estudo e em zonas próximas, e mediante inquéritos aos funcionários da empresa exploradora.

Ao longo deste trabalho foram identificadas várias espécies de aves, nomeadamente, patos bravos, águias, corujas, mochos, pintarroxos, rolas, corvos, andorinhas, melros, rouxinóis, cucos, gralhas e pardais.

No que diz respeito aos mamíferos, as observações tiveram em conta a verificação de vestígios, como por exemplo pegadas, tocas, restos de alimentos, excrementos, rastos e o conhecimento popular dos habitantes da zona.

Exemplos de mamíferos encontrados na região são: lobos, javalis, coelhos bravos, raposas, morcegos e ratos.

Por último, foi verificada a presença de alguns anfíbios (rãs, sapos e salamandras) e répteis (lagartixas, sardões e cobras).

Durante a realização deste trabalho, a rede viária estava a sofrer intervenções de melhoramento, tanto ao nível de estradas nacionais como do itinerário principal.

2.5.

PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO

2.5.1.

GESTÃO DE RESÍDUOS

O Regime geral de prevenção, produção e gestão de resíduos está estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 Junho, e compreende toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos.

Um resíduo é considerado como uma substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer.

Contudo, o Decreto-Lei n.º 73 /2011 não é aplicável a resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração de pedreiras, abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, que estabelece o regime jurídico a que está sujeita a gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais, designados como resíduos de extração.

A gestão de resíduos é da responsabilidade do respetivo produtor e tendo em conta o princípio do desenvolvimento sustentável, o plano de gestão de resíduos deve privilegiar a sua reutilização, a reciclagem e a valorização.

No artigo 40º do Decreto-Lei n.º 10/2010 é definido que a reposição de resíduos de extração nos vazios de escavação deve constar do plano de lavra ou do plano de pedreira, consoante se trate de exploração dos depósitos minerais ou

de massas minerais, desenvolvida nos termos do disposto no Decreto -Lei n.º 340/2007, de 12 de Outubro, (ver capítulo 6, ponto 6.1, deste trabalho).

O Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, estabelece o regime jurídico de deposição de resíduos em aterro, contudo está excluído do seu âmbito a deposição de solos, rochas e de resíduos, resultantes da prospeção e exploração de depósitos e massas minerais na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras.

Na indústria extrativa, na impossibilidade de reduzir os resíduos produzidos e na dificuldade na sua eliminação, a aposta na sua valorização e reutilização na recuperação paisagística é uma mais-valia, tanto ao nível económico como de impacte ambiental.

Sendo uma alternativa viável tem como grande vantagem a possibilidade dos resíduos de extração serem armazenados perto da zona de intervenção e posteriormente serem utilizados diretamente, sem custos associados a transporte ou a técnicas específicas de valorização.

O presente trabalho tem como um dos seus objetivos caracterizar os resíduos de extração, nomeadamente os escombros, lamas e a terra vegetal, e analisar a sua potencial utilização durante a recuperação paisagística da pedreira de “Merceais”.

2.5.2.

QUANTIFICAÇÃO DE “RESÍDUOS” PRODUZIDOS

A quantidade de “resíduos” produzidos em qualquer atividade extrativa está diretamente relacionada com o seu volume de produção.

Neste sentido, a quantificação de lamas e escombros produzidos tem como base alguns dados que a empresa facultou e a perceção do que poderá ser extraído até ao final da vida útil da exploração.

A análise dos valores facultados permite avançar como uma estimativa de 130 000 m³ de escombros e 120 000 m³ de lamas.

Em relação à terra vegetal, tendo em consideração a área de extração e o volume retirado até à presente data, calcula-se que o valor final estimado será aproximadamente de 73 000 m³.

3.

MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE LABORATORIAL

3.1.

PROCEDIMENTO LABORATORIAL

Os ensaios laboratoriais para a caracterização dos diferentes “resíduos” foram realizados com base na recolha de 13 amostras (4 de lamas, 8 de escombros e uma de terra vegetal), de aproximadamente 10 kg cada.

Quadro 1 – Ensaio realizados por tipo de amostra

Amostras	Separação Granulométrica Rendimento	Análise Química	Análise Mineralógica	Expansibilidade	Superfície Específica	Plasticidade
L 1	A	A	A	A	A	A
L 2	A	A	A	A	A	A
L 3	A	A	A	A	A	A
L 4	A	A	A	A	A	A
E 1	A	A	A	NA	A	NA
E 2	A	A	A	NA	A	NA
E 3	A	A	A	NA	A	NA
E 4	A	A	A	NA	A	NA
EA 1	A	A	A	NA	A	NA
EA 2	A	A	A	NA	A	NA
EA 3	A	A	A	NA	A	NA
EA 4	A	A	A	NA	A	NA
TV	A	A	A	NA	A	A

Legenda: L – lamas, E – escombros, EA – escombros cor acinzentada, TV – terra vegetal

A – aplicável, NA – não aplicável

As amostras das lamas (L1, L2, L3 e L4) foram recolhidas à saída dos filtros prensa, os escombros (E1, E2, E3 e E4), os escombros de cor acinzentada (EA1, EA2 EA3 e EA4) e a terra vegetal (TV) dos stocks existentes na pedreira.

Os ensaios laboratoriais realizados encontram-se registados no quadro 1, por tipo de amostra e ensaio.

A separação granulométrica, análise química, análise mineralógica, plasticidade, expansibilidade e superfície específica foram executadas no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

3.2.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras, permitindo a sua caracterização ao nível da distribuição dimensional com base na curva granulométrica obtida.

O conhecimento deste parâmetro é essencial para o estudo das características fundamentais do comportamento dos diferentes materiais.

Neste trabalho, foi realizada a separação granulométrica para conhecer as frações superiores e inferiores a 0,063 mm (63 μ m).

Basicamente a separação granulométrica, consiste na separação de um material em diversas classes granulométricas recorrendo a um método de peneiração.

O procedimento utilizado para a separação granulométrica por peneiração por via húmida foi o do Laboratório de Materiais do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro (Terroso, 2005).

As amostras foram secas em estufa e pesadas. Posteriormente juntou-se água destilada para dispersar as amostras e procedeu-se à crivagem com o auxílio de um funil e de um peneiro ASTM (American Standards for Testing Materials) com malha de abertura 0,063 mm (63 μ m). Esta operação permitiu separar a fração fina (< 0,063 mm) da grosseira (> 0,063 mm).

As frações granulométricas obtidas foram devidamente identificadas e secas em estufa a 60°C. Depois de secas foram pesadas as duas frações obtidas.

Em virtude das amostras de escombros apresentarem muitos grãos grosseiros a crivagem foi feita com uma série de peneiros de malha 2 mm (- 1 Φ), 1 mm (O Φ), 0,500 mm (1 Φ), 0,250 mm (2 Φ), 0,125 mm (3 Φ) e 0,063 mm (4 Φ). Após a peneiração, pesaram-se as frações retidas em cada um dos peneiros e procedeu-se à representação gráfica da curva de granulometria, com base nas percentagens acumuladas de material passado por peneiro.

3.2.1.

RENDIMENTO

A partir da massa obtida da fração <0,063 mm e >0,063 mm procedeu-se ao cálculo do rendimento, que permite quantificar a percentagem de uma determinada fração granulométrica a partir da toma da amostra.

$$\text{Rend} = (\text{pf} / \text{pi}) \times 100$$

Onde:

Rend – rendimento (%)

pf – peso da fração granulométrica separada, seca (g)

pi – peso da toma inicial, seca (g)

3.3.

ANÁLISE QUÍMICA

A análise química consiste na determinação dos diferentes elementos de uma determinada amostra.

Quando o objetivo é isolar e identificar os elementos, esta análise designa-se por qualitativa. Quando a finalidade é quantificar a proporção em que se encontram os diferentes elementos, denomina-se análise quantitativa.

A determinação da composição química das amostras em estudo foi realizada por fluorescência de raios X (FRX).

3.3.1.

FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (FRX)

A Fluorescência de raios X (FRX) é um método não destrutivo que permite determinar, a partir do efeito de absorção fotoelétrica e a emissão de radiações secundárias ou de fluorescência, a concentração de elementos numa determinada amostra (Gomes, 1988; Belmonte, 2005).

A análise por fluorescência de raios X foi realizada, com um espectrómetro de fluorescência de raios X do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, tendo sido determinados os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 e a Perda ao Rubro (PR), em percentagem e os elementos menores e em traço, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Yb, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th e U, em partes por milhão (ppm).

3.4.

ANÁLISE MINERALÓGICA

3.4.1.

DIFRAÇÃO DE RAIOS X

A difração de raio X é um método analítico que permite identificar, caraterizar e quantificar os minerais cristalinos presentes numa determinada amostra (Gomes, 1988)

A cada espécie mineral corresponde uma estrutura cristalina específica, por conseguinte, um modelo de difração específico. Quando um feixe monocromático de raios X, de um determinado comprimento de onda, incide nos planos de uma rede cristalina, com um determinado ângulo, ocorre essa difração (Gomes, 1979; Gomes, 1988).

Esta condição é expressa pela Lei de Bragg

$$2 \times d \times \sin \theta = n \times \lambda$$

Onde:

d – distância interplanar

θ – semi-ângulo de difração medido

n – ordem de difração

λ – comprimento de onda da radiação incidente

Em resultado da difração originam-se diagramas que diferem de mineral para mineral, dependendo as suas características da equidistância dos planos cristalinos da amostra.

As diferentes difrações de raios X foram determinadas utilizando um difratómetro de Raios X Phillips - X'Pert Pro do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, com uma radiação α Cu ($\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$).

Os difractogramas das amostras ensaiadas foram interpretados e identificados os picos característicos dos minerais, com base nas tabelas publicadas por Brindley G. M & Brown G. (1980).

3.5.

SUPERFÍCIE ESPECÍFICA (SE)

A superfície específica é definida como a área da superfície externa mais a área interna (se existir), das partículas constituintes, por unidade de massa (m^2/g).

O valor da superfície específica é influenciado pela densidade, distribuição dimensional do grão e pela regularidade da(s) superfície(s) (Gomes, 1988).

O método adotado para a determinação da superfície específica (SE) foi o método BET (Brunauer –Emmett – Teller, 1938). Neste método adotam-se processos que envolvem a medição de algumas propriedades que são quantitativamente dependentes da SE das partículas, designando-se como um método indireto (Velho, 1993).

Este processo mede a adsorção isotérmica do N_2 baseada na equação de BET.

Quando uma corrente contínua da mistura de Nitrogénio (N_2) e Hélio (He) passa sobre as partículas à temperatura próxima do ponto de ebulição do N_2 , uma camada monomolecular de N_2 é adsorvida na superfície das mesmas. Como a superfície da molécula de N_2 é conhecida, é possível quantificar essa camada (Vieira, 2000).

A temperatura da amostra é depois aumentada para a temperatura ambiente e o N_2 antes adsorvido é libertado sendo o seu volume medido pela segunda vez. A superfície específica é calculada usando os dois volumes medidos bem como a equação BET (Velho, 1993).

O método utilizado no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro foi o “multipoint BET” e o equipamento foi um aparelho Gemini II 2370.

3.6.

EXPANSIBILIDADE

A expansibilidade é uma propriedade que permite determinar a variação de volume de uma amostra por absorção de água por capilaridade através de uma placa porosa e em condições bem definidas de humidade, confinamento e compactação.

Esta característica depende da composição mineralógica da amostra, nomeadamente a presença de minerais argilosos que apresentam um maior grau de expansibilidade.

Dos catiões de troca, o Na^+ determina maior expansibilidade que o Ca^{2+} ou o H^+ . O efeito do K^+ é variável com o tipo de mineral, quanto mais hidratável for o catião de troca, mais expansiva será a argila (Terroso, 2007).

A determinação da expansibilidade nas amostras de lamas (L) foi segundo a especificação LNEC E 200 de 1967 – “Solos – Ensaio de Expansibilidade”.

O procedimento do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro utilizado para a determinação da expansibilidade (Terroso, 2005) foi o que a seguir se descreve, de forma resumida.

Preparação do material:

- Depois de lavado o material foi seco em estufa, aproximadamente a 60°C;
- A pedra porosa foi lavada em água destilada a 100°C e levada ao ultrassons.

Preparação da amostra

- Pesaram-se 100g de amostra e levou-se à estufa durante 24 horas a 60°C;
- Depois de retirada da estufa, arrefeceu-se a amostra no exsicador durante aproximadamente 20 minutos.

Montagem do aparelho

- Colocou-se a placa porosa sobre a base;
- O anel mais fino foi colocado sobre a placa porosa com o rebordo mais largo para baixo;
- Encaixou-se o 2º anel por cima;
- Colocou-se uma porção da amostra no aparelho e, utilizando um pilão, compactou-se a amostra com 50 pancadas;
- Juntou-se a restante amostra e voltou-se a compactar, novamente com 50 pancadas;
- Retirou-se o 2º anel;
- Com uma espátula alisou-se a superfície da amostra e retirou-se o excesso da amostra até que esta ficou ao nível do 1º anel.
Limpou-se a zona envolvente do aparelho com um pincel;
- Pousou-se a placa de acrílico, sem tocar no anel;
- Colocou-se o aparelho num recipiente de vidro/tabuleiro e montou-se o defletómetro, previamente tarado, apoiando a ponta da haste no centro da saliência cilíndrica da placa.
Anotou-se a leitura inicial (l_0);

- Encheu-se o recipiente, onde se encontrava o aparelho, com água destilada até ao nível da face superior da base do aparelho;
- Leitura (l_1) – corresponde à 1ª leitura efetuada logo que se colocou água e o cronómetro começou a contar.

As leituras do defletómetro foram registadas em diferentes intervalos:

- Nos primeiros cinco minutos o registo foi em intervalos de 1 minuto;
- Nos 15 minutos seguintes, de 5 em 5 minutos;
- Durante uma hora, registos de 15 em 15 minutos;
- Depois de hora em hora até que a leitura no defletómetro estabilizou.

A expansibilidade foi calculada segundo a expressão:

$$E = (l_f - l_o) / 15 \times 100$$

Onde l_o é a leitura inicial do defletómetro (mm) e l_f é a leitura final do defletómetro (mm).

3.7.

PLASTICIDADE

A plasticidade é normalmente definida como uma propriedade dos solos, que consiste na maior ou menor capacidade de serem moldados, sob certas condições de humidade, sem variação de volume (Terroso, 2005).

Existem fatores que causam e influenciam a plasticidade, tais como: mineralogia, granulometria, forma das partículas, estado de agregação das partículas; hábito dos cristais, cargas elétricas dos cristais, natureza dos catiões de troca e estado de desfloculação (Gomes, 1988).

O método utilizado para o cálculo da plasticidade, segundo a norma portuguesa NP 143: 1969, foi o de Atterberg, que consiste na determinação dos limites de consistência, nomeadamente o limite de liquidez (LL) e o de plasticidade (LP).

Um solo diz-se no estado líquido, quando se apresenta como um fluido denso, sendo a uma humidade muito elevada.

Para um determinado limite de liquidez (LL) o solo endurece, à medida que a água evapora, e perde a sua capacidade de fluir, podendo ser facilmente moldado e conservada a sua forma. Nesta fase, o solo está no estado plástico. O estado plástico vai desaparecendo, à medida que o solo continua a perder humidade, e deixa de ser possível moldá-lo sem se desmanchar, atingindo um determinado limite de plasticidade (LP). Este é o estado semi-sólido.

Continuando a secagem, ocorre a passagem gradual para o estado sólido. O limite entre os dois estados equivale a um teor de humidade.

O conhecimento do limite de liquidez (LL) e do limite de plasticidade (LP), permite ter uma ideia bastante clara do tipo de solo e suas propriedades, principalmente quando se trata de solos finos (Terroso, 2005).

A zona em que um solo se encontra no estado plástico, denomina-se índice de plasticidade (IP), e é dado pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade, **$IP=LL-LP$** (Gomes, 1986).

Segundo Atterberg, os solos classificam-se em:

- $1 < IP < 7$ francamente plásticos
- $7 < IP < 15$ mediamente plásticos
- $IP > 15$ altamente plásticos

Sendo assim, quanto maior foi o valor do índice de plasticidade (IP) mais plástico será o solo e por sua vez maior será a sua compressibilidade (Terroso, 2005).

O procedimento do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro utilizado para a determinação dos limites de consistência está descrito segundo Reis e Terroso (Reis, 2005; Terroso, 2005).

3.7.1.

CALCULO LIMITE LIQUIDEZ (LL)

O limite de liquidez (LL) de um solo corresponde ao teor de água correspondente a 25 pancadas, obtido por interpolação numa curva que relaciona o teor de água de cada um dos 4 provetes preparados da amostra de solo, com o número de pancadas para o qual os bordos inferiores de um sulco aberto num provete se unem numa extensão de 1 cm, quando o ensaio é feito na concha de Casagrande (Reis, 2005).

Procedimento de ensaio:

- a) Pesaram-se 100g da fração $<63 \mu m$ de cada uma amostra ensaiada;
- b) Foi adicionada água destilada e amassou-se até formar uma pasta homogénea e consistente;

- c) De cada vez que se adicionava uma nova porção de água a amassadura durava 5 min;
- d) Retiramos uma porção de pasta preparada e colocamos na concha de Casagrande, de modo a obter uma camada, com uma espessura máxima de 1 cm e superfície nivelada;
- e) Preparado o primeiro provete, fez-se um sulco no mesmo deslocando o riscador segundo o diâmetro da concha normal ao eixo da manivela e mantendo-se perpendicular à superfície da concha;
- f) Acionamos em seguida a manivela, à razão de 2 voltas por segundo, até que as duas porções do provete, devido aos embates ou pancadas da concha sobre a base, entraram em contacto pela parte inferior do sulco numa extensão de 1 cm, e anotamos o número de pancadas correspondentes;
- g) De seguida, retiramos com a ponta da espátula, cerca de 10g do provete da zona do sulco onde se deu a união, e procedemos à determinação do seu teor de água;
- h) Posteriormente foram preparados e ensaiados mais três provetes;
- i) Os teores de água dos 4 provetes foram escolhidos de modo que o número de pancadas necessárias para unir os bordos dos sulcos, variou entre 10 e 40 e se distribuíram, em dois ensaios abaixo de 25 e nos outros dois, acima de 25 pancadas;
- j) Anotamos o número de pancadas correspondente a cada um dos ensaios, e foi traçada uma curva, relacionando o teor de água de cada um dos provetes com o correspondente número de pancadas, num diagrama em que se marcou, em ordenadas, o teor de água em escala aritmética e em abcissas, o número de pancadas em escala logarítmica;

k) O limite de liquidez (LL) da amostra ensaiada é dado pelo teor de humidade correspondente a 25 pancadas, obtido por interpolação na curva traçada;

l) O resultado é expresso em percentagem e apresenta-se arredondado às unidades.

3.7.2.

CALCULO LIMITE PLASTICIDADE (LP)

O limite de plasticidade (LP) representa o teor de água, expresso em percentagem do peso da amostra seca, acima da qual, a massa de amostra possa ser enrolada em rolos de 3mm de diâmetro e cerca de 15 cm de comprimento (Gomes, 1988).

Procedimento de ensaio:

a) Pesamos 100 g da fração <63 µm da amostra e juntamos água destilada; com o auxílio de uma espátula amassamos a mistura até que esta se tornou suficientemente plástica para permitir moldar com facilidade 4 pequenas esferas de diâmetros, sensivelmente iguais;

b) Rolamos um dos provetes, da mistura obtida, entre a palma da mão e a placa de vidro, com pressão suficiente para transformar o provete, num filamento cilíndrico;

c) Quando o diâmetro do filamento atingiu cerca de 3 mm, voltou-se a formar a esfera e a rolá-la de novo; esta operação foi executada até que se deu a rutura do filamento;

d) Depois juntamos os filamentos obtidos e determinamos o seu teor de água;

e) Repetimos as mesmas operações para cada um dos restantes provetes;

f) O Limite de plasticidade (LP) de cada amostra ensaiada é a média dos teores de água determinados para os 4 provetes;

g) O resultado é expresso em percentagem e apresenta-se arredondado às unidades.

3.7.3.

CALCULO TEOR HUMIDADE

O teor de humidade foi determinado na fração <63 μm de cada uma das amostras de lamas e da terra vegetal.

Procedimento de ensaio:

a) Depois secarmos uma cápsula procedeu-se à sua pesagem (m_1 = massa cápsula (g)) em balança analítica;

b) Desagregamos o provete e colocamos na cápsula;

c) Pesamos o conjunto (m_2 = massa cápsula + amostra húmida (g)), introduzimos na estufa, retiramos a tampa da cápsula e secamos entre 105°C e 110°C, até peso constante;

d) Tapamos a cápsula antes de a retirar da estufa e deixamos arrefecer num exsiccador;

e) Pesamos o conjunto (m_3 =massa cápsula + amostra seca (g)) à temperatura ambiente;

f) Calculamos a massa seca $W_s = m_3 - m_1$ e a massa de água $W_w = m_2 - m_3$;

g) O teor de humidade é dado pela seguinte expressão:

Teor de humidade = $W_w/W_s \times 100$ (%)

Onde:

$W_w = m_2 - m_3$ (g) – massa de água

$W_s = m_3 - m_1$ (g) – massa seca

O resultado é expresso em percentagem e arredondado às décimas.

3.8.

ENSAIOS NO ÂMBITO DA MARCAÇÃO CE

No âmbito da marcação CE a empresa proprietária da pedreira de “Merceais” efetuou alguns ensaios para proceder à classificação dos seus agregados, segundo as normas harmonizadas aplicáveis.

Para este trabalho só foram considerados os ensaios designados por origem e que não dependem da granulometria dos agregados produzidos, mas sim do próprio local de extração.

Os ensaios por origem são:

- Determinação do teor de húmus, segundo a norma NP EN 1744-1-15.1;
- Determinação do teor total de enxofre, segundo a norma NP EN 1744-1-11;
- Determinação do teor de cloretos solúveis em água, segundo a norma NP EN 1744-1-9;
- Descrição petrográfica simplificada, segundo a norma NP EN 932-3;

- Cálculo da retração por secagem, segundo a norma NP EN 1367- 4

Os resultados destes ensaios encontram-se registados nas fichas técnicas dos agregados produzidos e serão alvo de uma pequena análise no capítulo 4.

4.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Sendo os escombros o material com a granulometria mais extensa, foi feita uma primeira análise granulométrica das frações entre 0,063 mm e 4 mm, cujos resultados são apresentados nas tabelas 4.1 e 4.2 e representados nas respectivas curvas granulométricas (figuras 4.1 e 4.2).

Tabela 4.1 – Análise granulométrica dos Escombros (E)

Peneiro (mm)	Material passado acumulado (%)			
	E1	E2	E3	E4
4,000	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2,000	51,92%	47,75%	47,03%	46,27%
1,000	37,51%	34,76%	33,65%	33,43%
0,500	26,60%	24,95%	24,13%	23,88%
0,250	19,05%	17,89%	17,53%	17,21%
0,125	13,36%	12,58%	12,25%	12,04%
0,063	9,76%	9,00%	8,86%	8,76%

Da análise dos dados relativos à análise granulométrica das quatro amostras de escombros (E), verifica-se que todas possuem valores muito aproximados de percentagem de material passado acumulado por peneiro (Tabela 4.1).

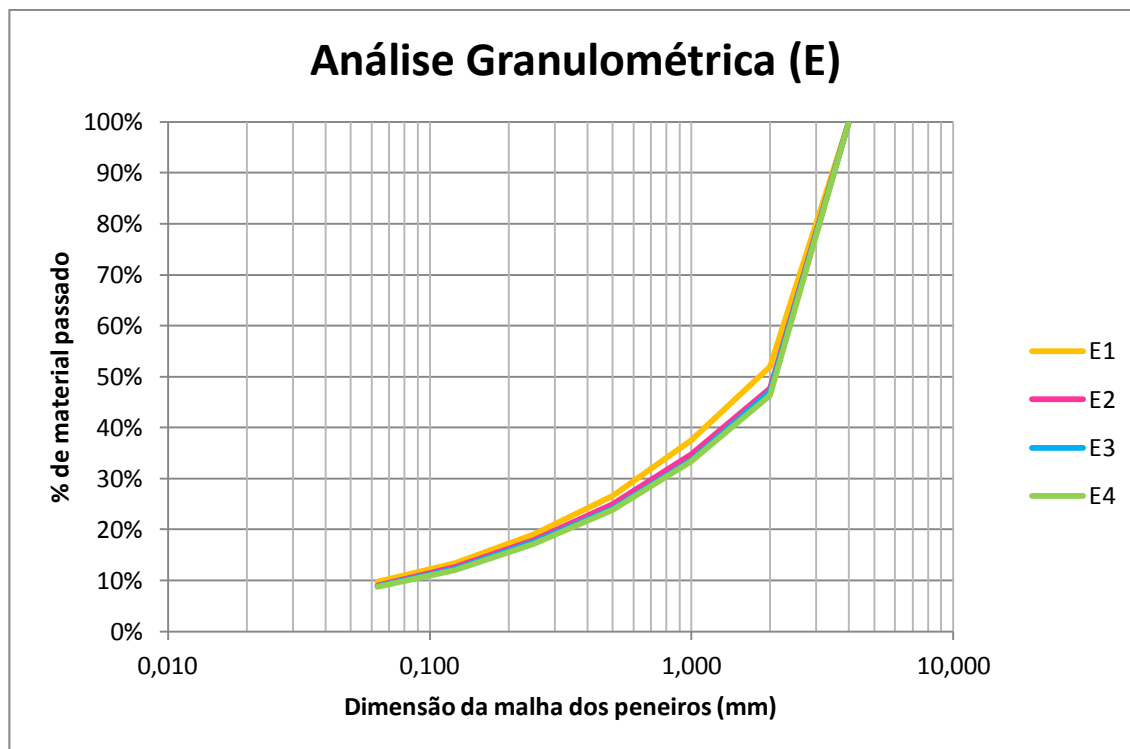


Figura 4.1 – Análise granulométrica dos escombros (E) – Curvas Granulométricas

O gráfico com as 4 curvas granulométricas sobrepostas confirma que se trata de um conjunto de amostras muito homogêneo, com pouca variação granulométrica entre elas.

Esta situação repete-se para os escombros de cor acinzentada (EA) (tabela 4.2 e figura 4.2).

Tabela 4.2 – Análise granulométrica dos Escombros (EA)

Peneiro (mm)	Material passado acumulado (%)			
	EA1	EA2	EA3	EA4
4,000	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2,000	57,08%	50,51%	50,99%	52,46%
1,000	42,09%	37,39%	38,16%	38,85%
0,500	29,23%	26,58%	27,05%	27,38%
0,250	20,07%	18,65%	18,78%	19,08%
0,125	13,32%	12,52%	12,40%	12,62%
0,063	9,25%	8,69%	8,53%	8,54%

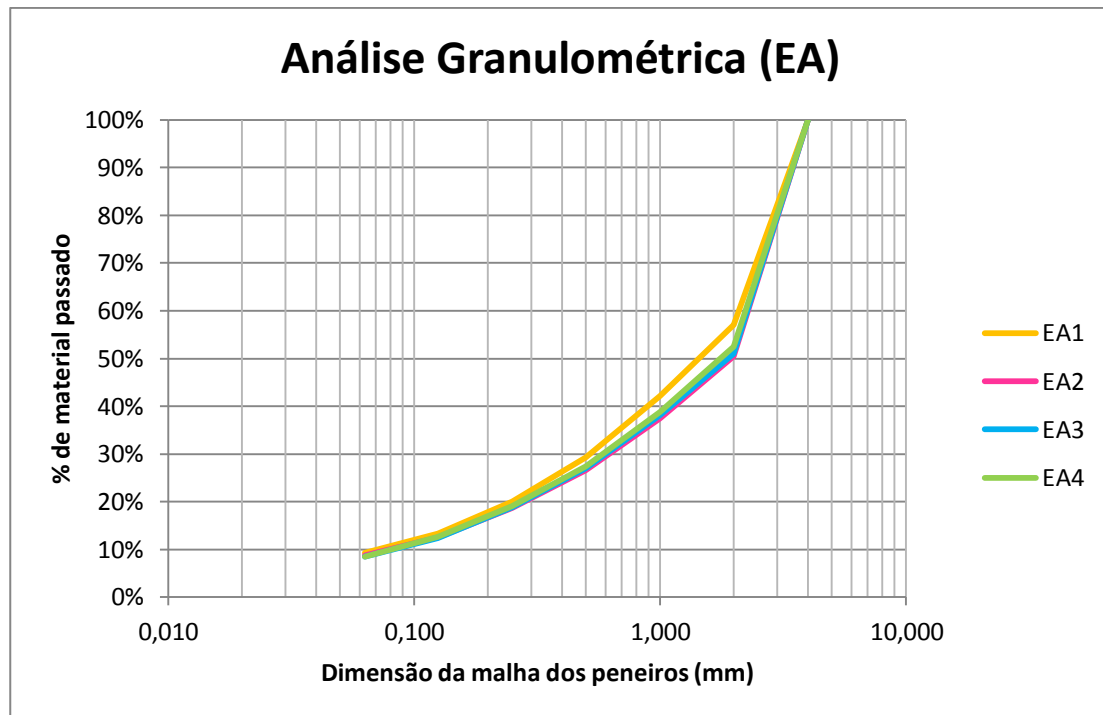


Figura 4.2 – Análise granulométrica dos escombros (EA) – Curvas Granulométricas

Analizando em conjunto os 2 grupos de escombros (E e EA) e uma vez que as amostras foram recolhidas em distintos pontos das duas áreas de armazenagem, é possível verificar que sendo amostras referentes a distintas datas de produção, a variação granulométrica ao longo do tempo se manteve constante.

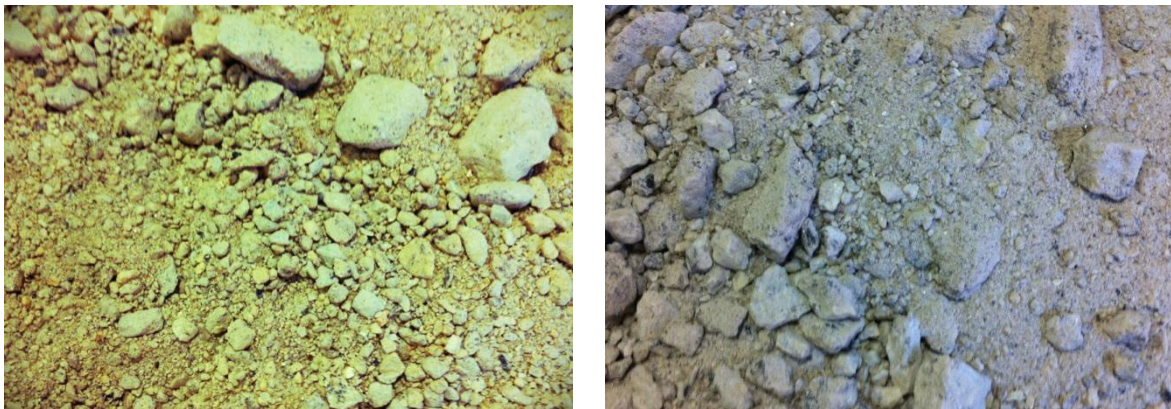


Figura 4.3 – Representação das amostras de escombros E e EA - (sem escala)

As amostras dos 2 tipos de escombros encontram-se ilustradas na seguinte figura (figura 4.3), onde se pode verificar a diferença de cor. Sendo os escombros designados por EA de cor mais acinzentada.

4.1.1.

CÁLCULO DO RENDIMENTO

Após a separação granulométrica por peneiramento via húmida de forma a separar as frações fina ($< 0,063$ mm) da grosseira ($>0,063$ mm) de todas as amostras, escombros (E e EA), lamas (L) e terra vegetal (TV1), foi calculado o respetivo rendimento.

As massas das frações fina e grosseira e os valores dos rendimentos por amostra encontram-se apresentados no Anexo I.

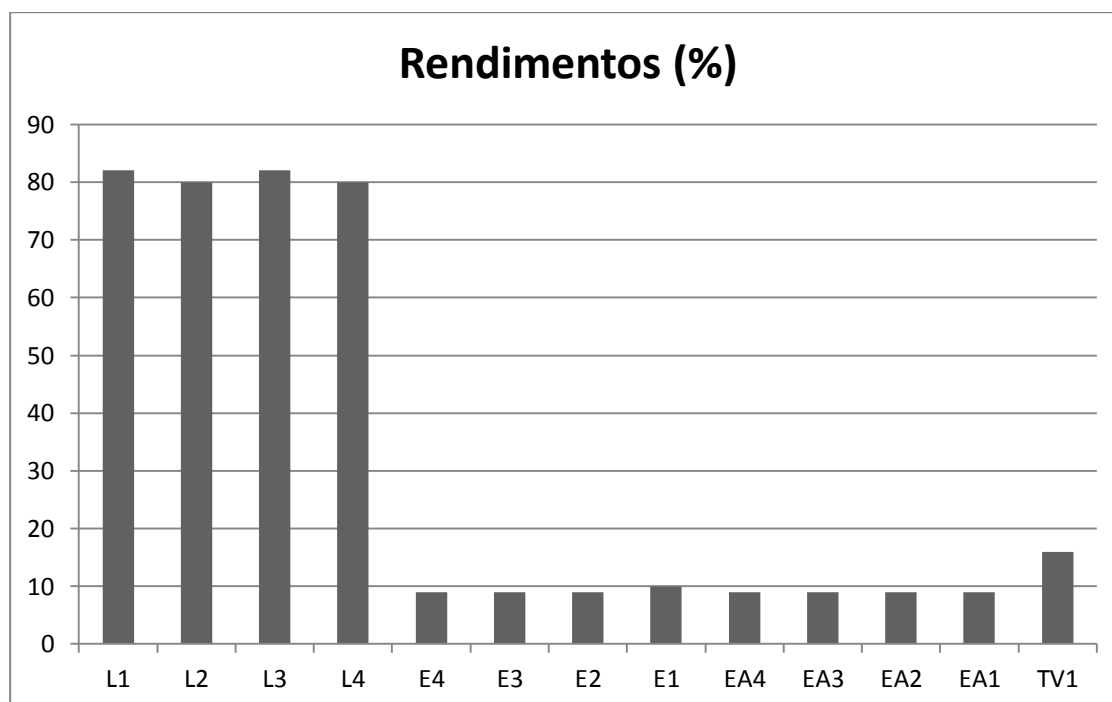


Figura 4.4 – Variação dos rendimentos das amostras estudadas

Observando o gráfico representativo da variação dos rendimentos (figura 4.4) podemos afirmar de imediato que as lamas são as amostras que apresentam uma maior percentagem de fração fina, com rendimentos na ordem dos 80 %.

Em relação aos escombros, estes apresentam valores muito inferiores aos das lamas, entre 9 e 10 %, o que se justifica pela existência de uma maior fração grosseira.

A terra vegetal registou um valor de 16 %.

Na figura 4.5 encontram-se representadas as amostras de lamas e terra vegetal, respetivamente.



Figura 4.5 – Representação das amostras de lamas (L) e terra vegetal (TV) - (sem escala)

4.2.

ANÁLISE QUÍMICA

4.2.1.

DETERMINAÇÃO DOS ELEMENTOS MAIORES E PERDA AO RUBRO

A análise química dos elementos maiores e perda ao rubro foi realizada por fluorescência de raio-X e os valores encontram-se na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Análise química (%)

Amostras	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Perda Rubro
L1	60,66	20,55	3,64	0,07	0,85	1,03	3,10	4,33	0,45	0,72	4,60
L2	61,00	20,33	3,64	0,07	0,84	1,05	3,17	4,42	0,46	0,73	4,30
L3	61,18	20,27	3,65	0,07	0,86	1,04	3,08	4,38	0,46	0,73	4,30
L4	60,70	20,49	3,66	0,07	0,88	1,07	3,08	4,34	0,46	0,75	4,50
E4	61,67	19,99	3,60	0,06	0,83	1,06	3,09	4,47	0,48	0,75	4,00
E3	61,40	19,96	3,61	0,06	0,80	1,06	3,20	4,46	0,49	0,75	4,20
E2	61,53	19,85	3,62	0,06	0,83	1,05	3,14	4,48	0,49	0,75	4,20
E1	61,72	20,02	3,47	0,06	0,78	1,04	3,22	4,47	0,47	0,74	4,00
EA4	67,11	17,10	2,97	0,05	0,58	0,86	3,25	5,39	0,49	0,61	1,60
EA3	68,13	16,63	2,66	0,04	0,52	0,84	3,20	5,24	0,46	0,59	1,70
EA2	68,13	16,76	2,50	0,04	0,50	0,84	3,20	5,20	0,45	0,59	1,80
EA1	68,54	16,47	2,43	0,04	0,48	0,85	3,24	5,20	0,45	0,60	1,70
TV1	54,32	23,10	3,74	0,05	0,68	0,46	2,72	3,97	0,69	0,56	9,70

De uma maneira geral, após análise dos valores encontrados, o SiO₂ destaca-se como sendo o elemento com teores mais elevados, variando entre 54,32% na terra vegetal (TV1) e 68,54% no escombros EA1.

Nas lamias os valores são muito semelhantes bem como nos escombros E, entre 60,66% e 61,72%.

No caso dos escombros EA, que apresentam os valores mais elevados (67,11 – 68,54%) esse facto condiciona principalmente o valor de perda ao rubro que apresenta valores ligeiramente inferiores às restantes amostras (1,60 a 1,80%), pois quanto maior é o valor de sílica menor é o da perda ao rubro.

Por sua vez, a terra vegetal apresenta o valor mais elevado de perda ao rubro (9,70%) justificado pela presença de maior quantidade de matéria orgânica.

Os valores mais elevados de perda ao rubro indicam a possibilidade do material estar mais alterado, facto que se confirma comparando os resultados das diferentes amostras, sendo os escombros EA o material com menor alteração.

O Al_2O_3 apresenta teores entre 16,47 e 23,10%. A amostra que apresenta o valor mais elevado é a terra vegetal (23,10%) e os escombros (EA) são os que apresentam os valores mais baixos (16,47 e 17,10).

Comparando os valores obtidos para $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, MgO e SiO_2 com os do diagrama da figura 4.6, podemos concluir que se enquadram perfeitamente na zona representada para o granito.

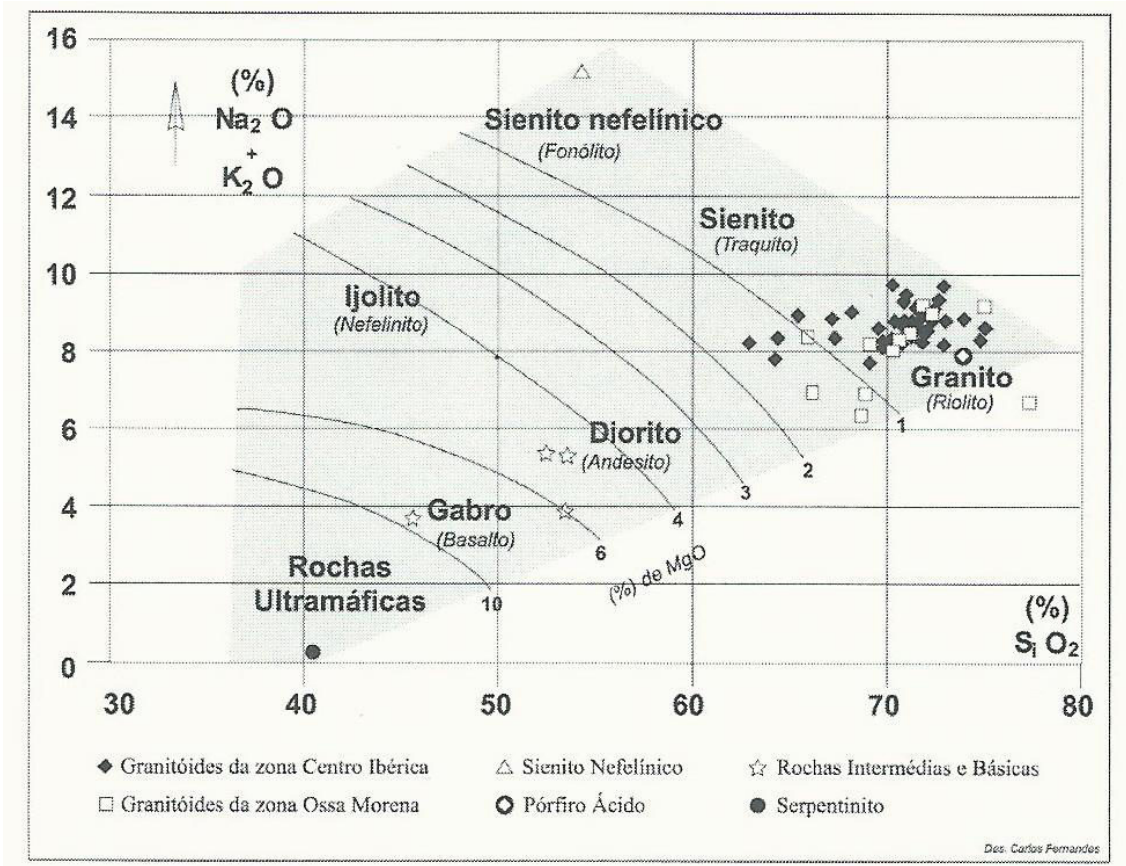


Figura 4.6 – Diagrama sílica/álcalis para algumas rochas ígneas importantes

Fonte: Manual da pedra natural para a arquitectura – CEDINTEC - 2006

Na figura 4.6 é evidente a predominância do granito caracterizado por elevado teor de sílica e elevado conteúdo de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) com valores entre os 6 e 10 %.

Somando o valor de Na_2O de cada amostra com o seu correspondente valor de K_2O , concluímos que a soma se encontra dentro desse intervalo.

Todas as amostras analisadas possuem baixos teores de MnO , MgO , CaO , TiO_2 e P_2O_5 , com valores inferiores a 2%.

Em relação à presença de Fe_2O_3 e MgO , elementos que contribuem para o índice de cor, podemos verificar que as amostras de escombros EA são as que apresentam os valores menores, o que terá contribuído para a sua tonalidade menos amarelada e mais acinzentada.

Quando comparamos os 2 tipos de escombros, podemos deduzir que a diferença de teores de sílica e de perda ao rubro existentes, se justificam pelas amostras do tipo E terem sido resultado de material extraído de um patamar em que a rocha se apresentava mais alterada, sendo estes valores a indicação de algum grau de alteração química, nomeadamente com a presença do óxido de ferro em maior percentagem.

O mesmo raciocínio se pode fazer para os valores das lamaz. Uma vez que os valores são semelhantes aos escombros do tipo E, terão sido igualmente resultado de aproveitamento da lavagem de agregados em que a extração se deu num patamar mais alterado.

4.2.2.

DETERMINAÇÃO DOS ELEMENTOS MENORES E EM TRAÇO

A concentração natural dos elementos menores e em traço que foram identificados, por Fluorescência de Raios X, resulta da rocha originária, e a listagem completa dos valores encontrados (em ppm) encontra-se no Anexo II.

Os metais pesados detetados que apresentam uma maior relevância a nível ambiental são o cádmio (Cd), o cobre (Cu), o níquel (Ni), o chumbo (Pb), o zinco (Zn) e o Crómio (Cr). Sendo o Pb e o Cd os mais poluentes.

Apesar da área de intervenção deste projeto não se enquadrar na definição de solo agrícola, segundo o Decreto-lei n.º 276/2009, que inclui todas as superfícies agrícolas, florestais e agroflorestais destinadas à produção vegetal; os valores limite de concentração (VLC) de alguns dos elementos foram comparados com os definidos no mesmo.

Tabela 4.4 – Determinação de alguns Elementos Menores (ppm)

Amostras	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	Mn	Co	V	Rb	Zr	Ba
EA4	22,4	nd	8,4	56,0	75,3	33,0	302,3	7,3	10,2	145,5	108,5	106,8
EA3	nd	3,3	8,9	39,6	78,9	29,3	287,0	8,6	9,8	208,7	123,1	105,7
EA2	nd	5,2	7,0	71,8	75,1	25,5	290,1	7,8	9,3	82,4	26,2	107,3
EA1	nd	nd	7,3	51,3	68,8	25,4	283,3	8,7	8,8	131,2	66,5	100,9
TV1	nd	21,4	14,2	62,1	31,3	37,5	345,8	15,0	27,0	70,5	72,3	193,0
L4	7,9	4,4	5,5	46,2	73,5	14,8	535,7	7,3	11,6	87,6	13,3	78,7
L3	19,1	5,1	7,2	59,1	41,0	18,6	514,9	9,6	11,8	105,8	109,9	82,6
L2	nd	5,3	6,4	51,0	53,3	16,6	499,1	11,1	11,1	70,1	94,2	83,6
L1	nd	4,7	5,3	56,2	30,8	19,6	514,9	14,5	11,5	56,4	32,2	81,7
E4	9,8	nd	7,5	58,0	84,5	21,4	470,6	12,6	12,0	121,8	120,0	83,7
E3	16,5	3,2	8,8	71,9	72,0	23,8	469,8	11,3	11,7	187,7	149,6	89,4
E2	23,0	nd	7,4	66,3	90,1	24,7	470,5	8,0	12,1	128,6	100,9	87,1
E1	10,8	6,3	11,5	57,7	91,6	27,4	455,5	10,0	11,3	140,4	73,1	85,5

Da análise da tabela 4.4 e do anexo II, o elemento que se destaca com um teor mais elevado é o Manganês (Mn), entre 283,3 a 535,7 ppm.

As lamas são as amostras que apresentam os valores mais elevados.

Este elemento é considerado como um micronutriente para as plantas, assim como o Cu e o Zn.

O rubídio (Rb), o zircónio (Zr) e o bário (Ba) também apresentam valores elevados. Os escombros são os que apresentam uma maior concentração de Rb, entre 82,4 e 208,7 ppm, e a terra vegetal de Ba, com um teor de 193 ppm.

Os valores de concentração de cobalto (Co) e Vanádio (V) foram transcritos para a tabela 4.4 apenas porque como são considerados micronutrientes benéficos para as plantas e em virtude de na proposta existir uma parte que é uma revegetação, permite evidenciar que existem, apesar de ser em pequena quantidade. De referir que a amostra de terra vegetal (TV1) é a que apresenta um teor mais elevado destes elementos, 15 ppm e 27 ppm, respetivamente.

Em relação ao cádmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb), zinco (Zn) e Crómio (Cr), existem valores limite de concentração (VLC) definidos em legislação para as lamas e para o solo destinados a aplicação agrícola.

A comparação dos valores obtidos para estes elementos nas 4 amostras de lamas (L1, L2, L3 e L4) com os VLC da tabela 4.5 permite concluir que todos estão dentro dos limites máximos estipulados.

Tabela 4.5 - Valores Limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à aplicação no solo agrícola (adaptado do Decreto-Lei n.º 276/2009)

Parâmetro	Valores limite (mg/kg)	Parâmetro	Valores limite (mg/kg)
Cádmio	20	Chumbo	750
Cobre	1000	Zinco	2500
Níquel	300	Crómio	1000

Para o Cd apresentam uma concentração entre 7,9 e 19,1 ppm (VLC=20); para o Cu entre 4,4 e 5,3 ppm (VLC=1000); para o Ni entre 5,3 e 7,2 ppm (VLC=300); para o Pb entre 46,2 e 59,1 ppm (VLC=750); para o Zn entre 30,8 e 73,5 ppm (VLC=2500); para o Cr entre 14,8 e 19,6 ppm (VLC=1000).

A terra vegetal apresenta o valor mais elevado para o teor de Cu, com uma concentração de 21,4 ppm.

Não tendo sido feita a análise ao pH da terra vegetal em estudo, a comparação com os valores limite de concentração de metais pesados no solo em função do seu pH (tabela 4.6) não pode ser feita com rigor.

Tabela 4.6 - Valores Limite de concentração de metais pesados nos solos em função do pH (adaptado do Decreto-Lei n.º 276/2009)

Parâmetro	Valores limite (mg/kg)			Parâmetro	Valores limite (mg/kg)		
	pH≤5,5	5,5<pH≤7	pH>7		pH≤5,5	5,5<pH≤7	pH>7
Cádmio	1	3	4	Chumbo	50	300	450
Cobre	50	100	200	Zinco	150	300	450
Níquel	30	75	110	Crómio	50	200	300

Contudo, independentemente do pH da terra vegetal, todos os valores estão abaixo dos VLC, nomeadamente o Cd não foi determinado, o Cu tem um teor de 21,4 ppm, o Ni uma concentração de 14,2 ppm, o Pb de 62,1 ppm, o Zn de 31,3 ppm e o Cr de 37,5 ppm.

Tanto o valor elevado de Cu como de Pb, na terra vegetal, pode dever-se ao facto de estes elementos terem a tendência de ficar retidos na matéria orgânica.

Considerando os valores referentes aos escombros, e fazendo uma leitura dos teores obtidos, as principais diferenças estão relacionadas com a concentração de Mn, que é mais elevada para os escombros E (455,5 – 470,6 ppm) em relação à dos escombros EA (283,3 – 302,3 ppm), e a de Ba em que os valores para os escombros E variam entre 83,7 e 89,4 ppm, e para os escombros EA são mais elevados (100,9 – 107,3 ppm).

4.3.

ANÁLISE MINERALÓGICA

Da análise mineralógica, por difração de raios X, foram obtidos os difractogramas, para cada uma das 13 amostras, que se encontram no anexo III deste trabalho.

Para a identificação dos minerais presentes em cada amostra, e a partir dos dados dos respetivos difractogramas, foi utilizada a tabela 5.18 do livro "Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification" de Brindley & Brown (1980).

Para o caso das rochas ígneas, que resultam diretamente da solidificação de um magma, e onde se enquadra a zona de extração, os minerais essenciais, cuja presença caracteriza a rocha, são os referidos na figura 4.7.

MINERAIS FÉLSICOS (Minerais claros)	Quartzo – Si O ₂			
	Feldspatos	Feldspatos alcalinos	Feldspatos potássicos	Ortoclase - KAl Si ₃ O ₈ Microclina - KAl Si ₃ O ₈
			Feldspatos sódicos	Albite - Na Al Si ₃ O ₈
		Feldspatos calcossódicos (plagioclases)	Albite - Na Al Si ₃ O ₈	
			Oligoclase	
			Andesina	
			Labradorite	
			Bitownite	
			Anortite - Ca Al ₂ Si ₂ O ₈	
	Feldspatóides (Ex. Leucite e Nefelina) - K (Al Si ₂ O ₆) e Na (Al Si O ₄), etc.			
Moscovite - K Al ₂ (Al, Si) ₃ O ₈ , O (OH,F) ₂				
MINERAIS MÁFICOS (Minerais escuros)	Biotite - K ₂ Mg ₆ (Mg,Fe,Al) ₆ (Si,Al) ₈ O ₂₀			
	Piroxenas (Ex.Augite) - Ca (Mg,Fe) Si ₂ O ₆			
	Anfibolas (Ex.Hornblenda) - Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ (OH ₂ Si ₈ O ₂₂)			
	Olivina - (Mg,Fe) ₂ Si O ₄			

Figura 4.7 - Tabela Minerais essenciais das rochas ígneas

Fonte: Manual da pedra natural para a arquitectura – CEDINTEC - 2006

Os minerais identificados nas amostras estudadas foram, essencialmente, o quartzo, as micas (biotite e moscovite) e feldspatos (tabela 4.7).

Tabela 4.7 – Análise Mineralógica

Amostras	Quartzo	Feldspatos K	Feldspatos Na e Ca	Micas	Clorite
EA1	●●●●●	●●	●●	●●	--
EA2	●●●●●	●	●●●●	●●	--
EA3	●●●●●	●●	●●	●●●	--
EA4	●●●●●	●●	●●	●●●	--
E1	●●●●●	●●●●	●●●●●	●●●	Tr
E2	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●	Tr
E3	●●●●●	●●●	●●●●	●●●	Tr
E4	●●●●●	●●	●●●●●	●●	Tr
L1	●●●●●	●●●	●●●●●	●●●	Tr
L2	●●●●●	●●●	●●●●	●●●	Tr
L3	●●●●●	●●●●	●●●●●	●●●●	●
L4	●●●●●	●●	●●●●	●●	●
TV	●●●●●	●●●	●●●●●	●●	Tr

Legenda: Classificação segundo a Intensidade Relativa (%)

●●●●●	>80	●●	>20 e <40
●●●●	>60 e <80	●	>5 e <20
●●●	>40 e <60	Tr (traço)	<5

Da análise dos minerais identificados podemos concluir que o quartzo é o mineral que aparece em maior percentagem e a clorite aparece numa percentagem muito pequena nas amostras de lamas, terra vegetal e escombros E. A presença da clorite confirma algum grau de alteração nas respetivas amostras e está de acordo com o raciocínio feito para os valores de perda ao rubro.

As amostras mais alteradas têm os valores de perda ao rubro mais elevados e apresentam pequenas percentagens de clorite.

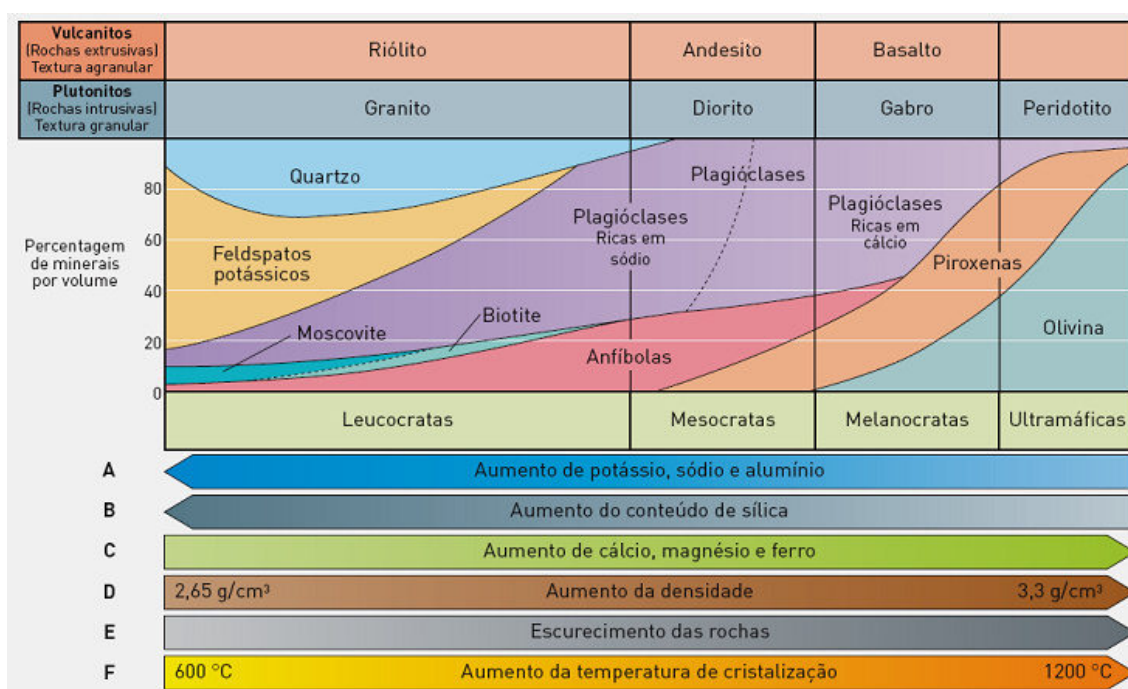


Figura 4.8 – Composição mineralógica por famílias de rocha

Fonte: Terra, Universo de vida - Geologia 11; Porto Editora. Adaptado por <http://netxplica.com>.

Na figura 4.8 é feito um enquadramento por família de rocha e a sua respetiva composição mineralógica, e onde constam os minerais identificados.

Comparando as figuras 4.7 e 4.8, podemos afirmar que a rocha originária é uma rocha ígnea, plutónica e da família do granito.

4.4.

SUPERFÍCIE ESPECÍFICA

A superfície específica (SE) está relacionada principalmente com a quantidade de fração fina que constitui cada uma das amostras.

Os valores do ensaio de Superfície Específica (SE) foram obtidos a partir do método BET e são apresentados na figura 4.9.

Pela análise dos valores, verifica-se que as lamas (L), os escombros (E) e a terra vegetal (TV1) são os materiais cuja fração fina apresenta uma maior superfície específica. Já as amostras de escombros (EA) apresentam valores mais baixos para este parâmetro, uma vez que se trata de um escombro resultante do desmonte de rocha com maior dureza (granito de cor acinzentada), do qual resultam partículas com maior dimensão dentro da fração fina e logo com menor superfície específica.

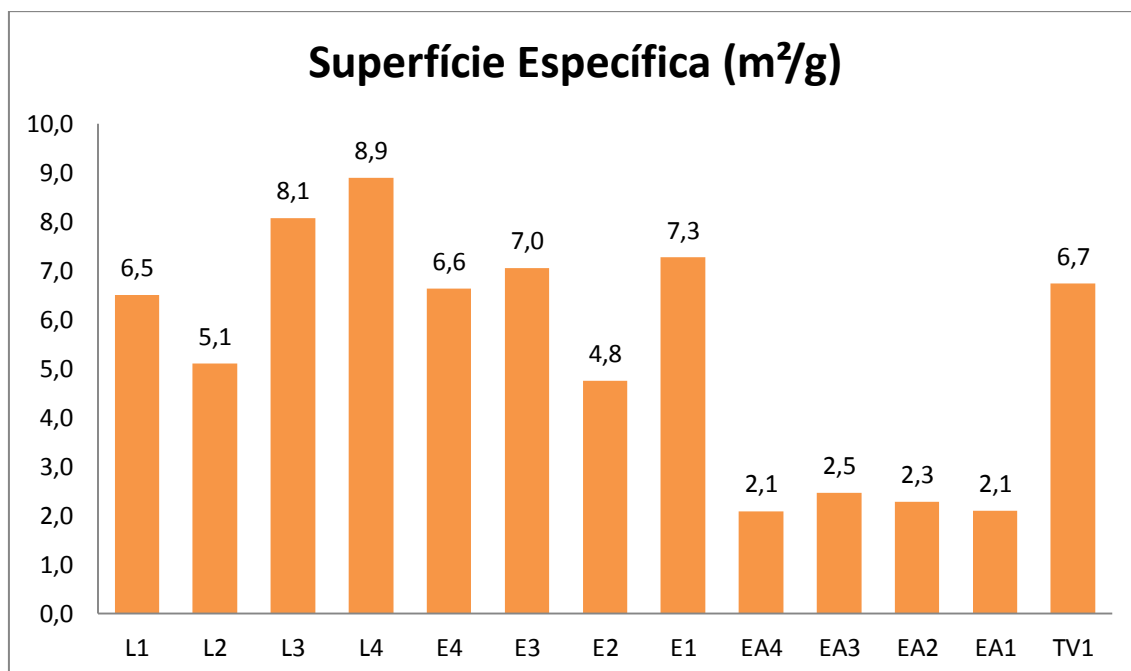


Figura 4.9 – Valores de Superfície Específica
(Valores arredondados à 1ª casa decimal)

A terra vegetal apresenta uma superfície específica de $6,7 \text{ m}^2/\text{g}$, de realçar que para a vegetação este valor é importante pois, aliado à capacidade de troca de iões é responsável pela fixação de nutrientes minerais.

Em relação aos dois tipos de escombros ensaiados existe uma grande diferença nos valores obtidos. Enquanto as amostras de escombros (E) apresentam valores entre $4,8$ e $7,3 \text{ m}^2/\text{g}$, as amostras do tipo EA registaram valores entre $2,1$ e $2,5 \text{ m}^2/\text{g}$.

A fração fina das amostras dos escombros (E) apresenta maior superfície específica que a fração fina das amostras EA por resultar de um granito mais alterado, com degradação de alguns minerais que o constituem, perda de coesão e maior vulnerabilidade ao desagregamento.

4.5.

EXPANSIBILIDADE

A Expansibilidade, que está diretamente relacionada com a percentagem de água que a amostra absorve e se traduz numa variação de volume, foi determinada pelo método descrito no Capítulo 3.

A figura 4.10 traduz a evolução das leituras do deflectómetro, por intervalos de tempo, até atingir um valor estável, e que demorou 08h20m, em todas as amostras, até ser atingido.

O intervalo em que se notou um aumento mais acentuado no valor da leitura da expansão foi entre os 5 e os 35 minutos.

Curva Expansibilidade (mm)

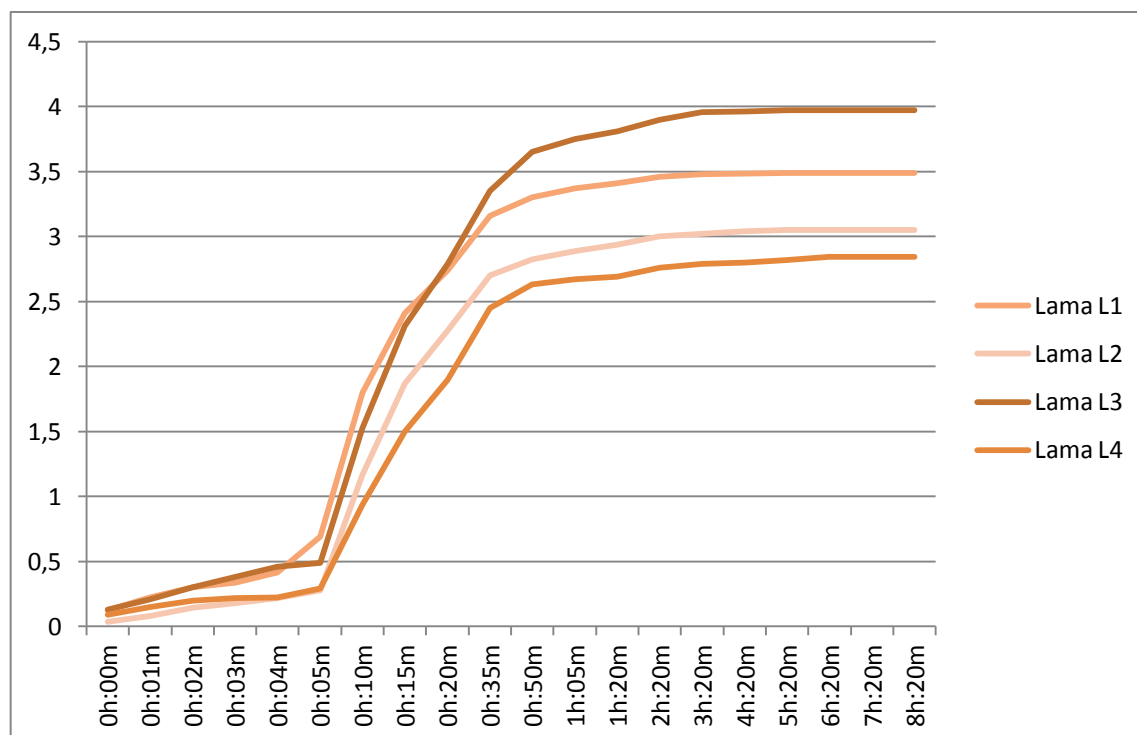


Figura 4.10 – Curva de expansibilidade das amostras de lamas (L1, L2, L3 e L4)

Os resultados obtidos para as lamas estudadas são apresentados na figura 4.11 e o cálculo da expansibilidade encontra-se no anexo IV.

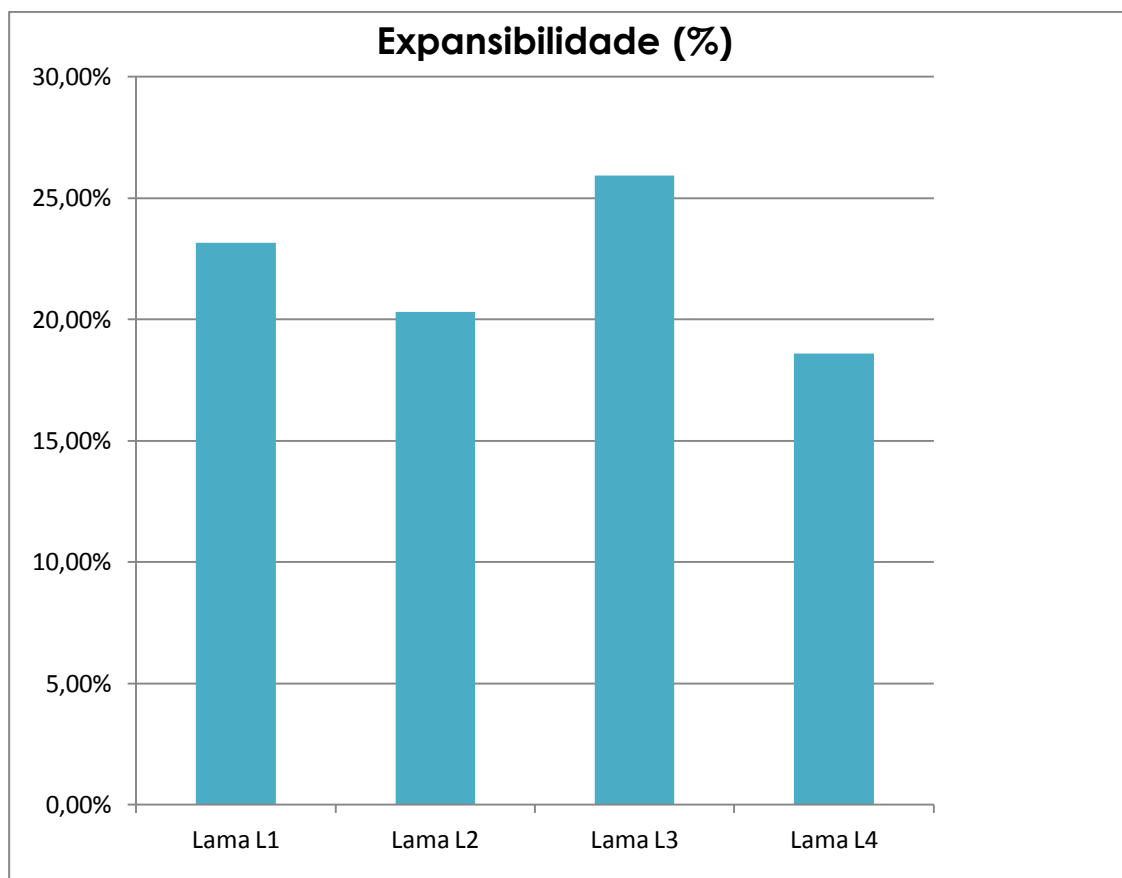


Figura 4.11 – Gráfico dos Valores da expansibilidade das lamas

De acordo com os resultados dos cálculos da expansibilidade (figura 4.11) verifica-se que a lama (L3) é a mais expansiva com 25,93% e a lama (L4) é a menos expansiva com 18,60%.

4.6.

PLASTICIDADE

Os limites de consistência calculados, para as amostras de lamas (L1, L2, L3 e L4) e para a terra vegetal (TV1), encontram-se resumidos na tabela 4.8.

Com a finalidade de se determinar o Limite de Liquidez (LL) de cada amostra, procedeu-se à elaboração dos gráficos que relacionam o teor em água com o nº de golpes, ao ajuste da linha de tendência e respetiva equação (anexo V).

Tabela 4.8 - Valores de LL, LP e IP (%)

Amostras	Limite Liquidez (LL)	Limite Plasticidade (LP)	Índice Plasticidade (IP)
L1	47	32	15
L2	47	30	17
L3	51	35	16
L4	52	34	18
TV1	48	33	15

Valores arredondados à unidade

A variação dos respetivos limites de liquidez (LL), limites de plasticidade (LP) e índice de plasticidade (IP), permitem-nos identificar o comportamento plástico das amostras, e podem ser observados no gráfico de plasticidade (figura 4.12).

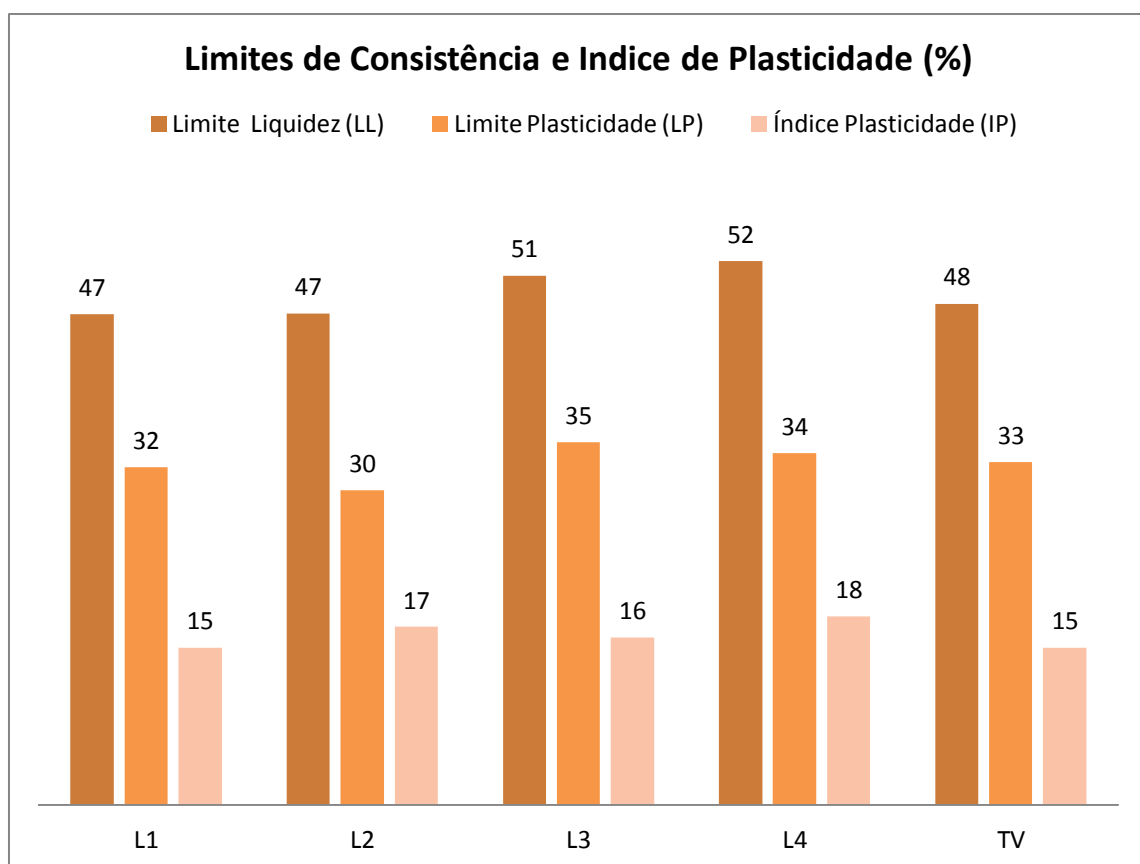


Figura 4.12 – Gráfico dos Limites de Consistência e índice de Plasticidade

Observando os valores do gráfico (figura 4.12), nomeadamente o índice de plasticidade, podemos afirmar que no geral as amostras ensaiadas estão incluídas na classificação de altamente plásticas, segundo Atterberg.

A ordem de grandeza dos limites de liquidez encontra-se entre 47 e 52% e os limites de plasticidade entre 30 e 35%, o que permite considerar o grupo de amostras como bastante homogéneo.

Da análise dos valores de índice de plasticidade a amostra da lama (L4) é a que apresenta o valor mais elevado (IP=18%), sendo classificada como altamente plástica, consequentemente é a amostra mais compressível.

As amostras que apresentam os valores mais baixos (IP=15%) são a L1 e a TV, podendo ser considerados como estando no patamar de transição entre medianamente plástico e altamente plástico.

4.7.

ENSAIOS NO ÂMBITO DA MARCAÇÃO CE

Cabe realçar que foram analisados alguns dados de ensaios que a empresa efetuou no âmbito da marcação CE de agregados, nomeadamente os ensaios realizados por origem (Quadro 2).

Quadro 2 – Resultados dos ensaios no âmbito da marcação CE

Ensaio	Data Ensaio	Valores declarados
Teor de húmus	2011	Isento
Teor total de enxofre	2011	<0,2%
Teor de cloretos solúveis em água	2011	<0,006%
Retração por secagem	2011	0,03%
Descrição petrográfica simplificada	2007	Granito constituído por minerais de quartzo e feldspato, de grão com esfericidade entre

		subprismático a discoidal, arredondamento muito anguloso a subanguloso e superfície rugosa. Presença de moscovite e biotite. Algumas frações com óxidos e hidróxidos de ferro e magnésio.
--	--	---

A análise destes ensaios foi feita de acordo com a NP EN 12620:2002+A1 2010, norma aplicada a agregados para betão, e das normas de ensaio mencionadas no ponto 3.8. deste trabalho.

A determinação do teor de húmus permite analisar a presença de matéria orgânica nos agregados. Nas amostras analisadas pela empresa o resultado foi que as mesmas estavam isentas.

O teor total de enxofre verifica a presença de compostos de enxofre em diversas formas minerais, não devendo exceder 1% da massa de amostra. O valor obtido foi <0,2% cumprindo o limite de aceitação estabelecido para este parâmetro. O teor de cloretos apenas é necessário para a aplicação dos agregados no fabrico de betão hidráulico e o valor obtido foi <0,006%.

A retração por secagem, tem como valor limite de aceitação ser <0,075% e as amostras tiveram um resultado igual a 0,03%. Este ensaio permite verificar como os agregados se comportam em termos de retração quando secos.

A descrição petrográfica simplificada é uma análise que permite identificar a natureza litológica da matéria-prima usada na produção dos agregados, a sua composição mineralógica, a dimensão dos grãos constituintes principais e sua textura, e o estado de alteração e meteorização dos minerais.

As amostras analisadas correspondem a um granito, com quartzo e feldspato, com presença de biotite e moscovite, e um incipiente grau de meteorização de óxidos e hidróxidos de ferro e magnésio.

Segundo informação dada pelos proprietários da pedreira foi realizado um estudo às lamas em 1991.

Esse estudo teve como principal conclusão a viabilidade da utilização das lamas na indústria cerâmica, nomeadamente na área de pavimentos, revestimentos e faiança. Contudo, devido à localização da pedreira e da distância dos principais produtores da indústria cerâmica, as lamas nunca foram utilizadas para esse fim.

5.

ENSAIO DE APLICAÇÃO

Devido à necessidade em avançar com uma componente mais prática e de aplicação direta no terreno, foi feito um ensaio de aplicação.

Para a realização deste ensaio, escolhemos uma zona da pedreira a recuperar e procedemos ao enchimento com material inerte originário do local, conforme já referido anteriormente, os escombros.

Misturamos os escombros (E) com os escombros (EA) em partes iguais e utilizamos a mistura para o enchimento. Para minimizar os vazios entre eles, foram aplicadas em camadas as lamas prensadas em estado sólido.

Posteriormente foram executados trabalhos superficiais de nivelamento e regularização do terreno.

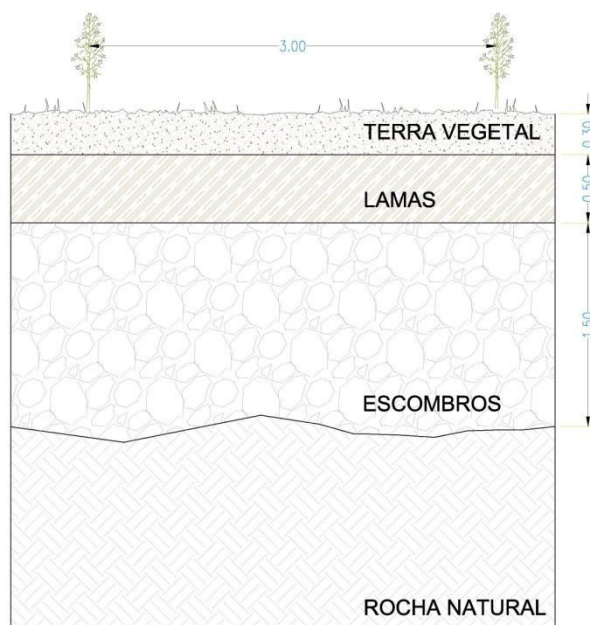


Figura 5.1 – Secção tipo do terreno recuperado (m)

Por último, foi colocada uma camada de terra vegetal com uma altura aproximada de 30 cm de espessura (figura 5.1).

A finalidade desta experiência teve duas vertentes: analisar o comportamento do solo e verificar o crescimento de uma plantação de pinheiros.

Este tipo de árvore tem a vantagem de se adaptar bem a solos sobre camadas rochosas, nomeadamente de granito, suportar bem a época mais seca, e a altitudes inferiores a 400 m crescem os exemplares de melhor qualidade.



Figura 5.2 – Imagens do ensaio de aplicação - (sem escala)

Para o efeito foi plantado um conjunto de 100 pinheiros, com alturas entre os 10 e os 20 cm, numa área de aproximadamente 1000 m², em fileiras espaçadas de aproximadamente 3 m (figura 5.2).

Tendo sido iniciada esta experiência em Novembro de 2009 foi registado o crescimento dos pinheiros ao longo dos anos e contabilizados os que não sobreviveram.

Em termos de sobrevivência foi registada uma taxa de sucesso superior a 80%, e a variação de crescimento em altura é apresenta na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Variação do Crescimento dos Pinheiros

Nº de Amostras	Ano	Altura h (m)
16	1	0,30 - 0,40
16	2	0,60 - 0,80
16	3	1,00 - 1,30

Este método de modelação do terreno usando os escombros e as lamas também foi utilizado para realizar diferentes caminhos dentro da pedreira, de acesso a distintas áreas (figura 5.3).



Figura 5.3 – Modelação de terreno

Estas zonas foram sujeitas a cargas de diferentes tipos, desde máquinas utilizadas na extração, como dumpers e camiões, tanto vazios como carregados de material, e o seu comportamento, com poucas cedências de terreno, permiti-nos assegurar que a sua aplicação é adequada.

Esta experiência foi meramente empírica, não se tendo recorrido a qualquer tipo de ensaio de carga normalizado.

Da análise dos valores obtidos e da inspeção visual feita no terreno e da experiência com forças aplicadas ao aterro, concluímos que a solução é viável como metodologia de recuperação paisagística, tanto ao nível de vegetação, como de aterro e acessos de circulação.

6.

PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA

6.1.

ENQUADRAMENTO LEGAL

O Decreto-Lei 340/2007, de 12 de Outubro, define quais os elementos que constituem o plano de pedreira de classe 1, classificação onde se inclui a pedreira de “Merceais” por ter uma área superior a 25 ha (figura 6.1).

Elementos gerais	<p>Localização com demarcação das ligações da pedreira à estrada principal/ camarária mais próxima.</p> <p>Delimitação dos prédios rústicos afetos à pedreira. Carta geológica e hidrogeológica.</p> <p>Fauna, flora, água, atmosfera, paisagem, clima, recursos minerais e fatores geotécnicos.</p> <p>População e povoamento, património cultural, servidões e restrições.</p> <p>Sistemas de redes estruturantes, espaços e usos definidos em instrumentos de planeamento e sócio-económicos. Áreas classificadas.</p>
Plano de Lavra	<p>Planta topográfica até 50 m para além do limite da área da pedreira com a implantação de todas as condicionantes existentes, previstas e zonas de defesa.</p> <p>Planta topográfica à mesma escala, da situação final da exploração projetada</p> <p>Perfis topográficos longitudinais e transversais espaçados de 100 m.</p> <p>Área da pedreira, identificação das massas minerais e cálculo de reservas.</p> <p>Descrição do método de exploração e dos equipamentos.</p> <p>Altura e largura dos degraus. Diagrama de fogo.</p> <p>Processo de transformação e caracterização dos produtos e subprodutos obtidos e seu armazenamento.</p> <p>Identificação e caracterização dos resíduos provenientes da exploração e respetivo plano de deposição. Caracterização dos efluentes e respetivo circuito e tratamento.</p> <p>Previsão temporal da exploração.</p> <p>Descrição detalhada dos anexos, da sinalização a utilizar, do sistema de iluminação, do sistema de ventilação. Plano de segurança e saúde.</p> <p>Identificação e caracterização sumária dos impactes ambientais mais significativos.</p> <p>Descrição das medidas técnicas de minimização dos impactes.</p> <p>Medidas de monitorização.</p>

Piano Ambiental e de Recuperação Paisagística	Planta da situação final após regularização/modelação, com implantação da drenagem pluvial e do revestimento vegetal. Perfis topográficos longitudinais e transversais espaçados de 100 m (N. -S. e E. -W.). Área a intervencionar. Plano de desativação com indicação de todas as operações a realizar e destino dos anexos. Identificação dos resíduos e outros materiais a utilizar na regularização topográfica. Plano de revestimento vegetal e sementeira. Monitorização. Cronograma das operações em articulação com o plano de lavra. Caderno de encargos, medições, orçamento e cálculo da caução.
---	--

Figura 6.1 - Plano de pedreira - Elementos constituintes - Pedreiras da classe 1

Fonte: Decreto – Lei 340/2007

Contudo, não é o propósito deste trabalho a elaboração de um plano de pedreira com todos os seus elementos, ou mesmo, de um plano ambiental e de recuperação paisagística, devido à sua complexidade, à necessidade de um desenvolvimento de maior profundidade e à dificuldade de acesso a um conjunto de dados essenciais para a sua realização.

No entanto, o projeto de recuperação proposto vai de encontro aos requisitos que a legislação em vigor obriga.

Outro aspeto que não cabe no âmbito desta dissertação é toda a vertente de caráter financeiro e de investimento, por não estar diretamente associada à análise e estudo deste trabalho.

6.2.

PRESSUPOSTOS DA PROPOSTA

Qualquer que seja a orientação, alcance, conteúdo e metodologia adotada, a recuperação paisagística inicia-se, como em qualquer projeto, com o estudo da ideia de intervir e da reflexão sobre a viabilidade de execução (Orea, 2004).

Encontrar uma solução adaptada às limitações e potencialidades do meio, da sua envolvente e das expectativas das pessoas que possam vir a usufruir desse espaço (Orea, 2004) deverá ser o principal objetivo deste tipo de intervenção na paisagem.

Ainda no âmbito da conceção e planeamento, a funcionalidade e interdependência entre atividades possíveis e espaços existentes foi tida em consideração, bem como os interesses dos proprietários da pedreira de “Merceais”.

A proposta apresentada teve em conta, entre outros, os seguintes pressupostos:

- Utilização de materiais remanescentes e não aproveitados durante a fase de exploração com o propósito de os aproveitar durante a recuperação paisagística, nomeadamente os escombros, lamas e terra vegetal;
- Evitar intervenções a grande escala no que se refere à movimentação dos materiais e modelação do terreno;
- Reduzir ao máximo a intervenção ao nível das paredes das bancadas exploradas permitindo a visibilidade da própria rocha;
- Distribuir pelo espaço disponível diversas áreas com interesses distintos, a nível desportivo, de lazer ou mesmo educativo;
- Sendo os donos amantes dos cavalos, apresentar uma proposta de carácter hípico, quer ao nível de um possível circuito como de instalações próprias e respetivo picadeiro;
- Apostar numa vegetação estável e variada, utilizando espécies adequadas às condições ambientais existentes e assim garantir o sucesso de desenvolvimento das mesmas;

- Equacionar a possibilidade de explorar a vertente de turismo geológico.

6.3.

A PROPOSTA – UM PARQUE MULTIUSOS

Este trabalho consiste numa proposta de intervenção na paisagem, e todas as soluções apresentadas podem ou não ser executadas, contudo cabe realçar que nenhuma implica ou condiciona o objetivo final de recuperação paisagística.

Por outro lado, a possibilidade de tirar o máximo proveito do estado final da exploração, nomeadamente aproveitar algumas das infraestruturas existentes ao nível de caminhos e a própria lagoa, valorizar os patamares, bem como a intenção de fazer o menor movimento de terras possível, traduz-se num tipo de recuperação que tenta ir mais além do que um simples “enchimento” de uma cavidade e posterior revegetação para suavizar a “cicatriz” deixada pela atividade de exploração.

Ao longo dos próximos subcapítulos são explicadas algumas das soluções propostas e a interligação entre as mesmas. No anexo VI são apresentadas algumas peças desenhadas, elementos constituintes da proposta e registos fotográficos.

6.3.1.

MODELAÇÃO

A modelação topográfica que se preconiza na recuperação paisagística da pedreira de “Merceais” considera por um lado a situação atual do terreno (figura 6.2 e anexo VI – zona de implantação, vista aérea – 001, planta da situação inicial – 002 e registos fotográficos – 018, 019, 020 e 021) e por outro a situação final da exploração (figura 6.3).

A área total da intervenção é de 303 326 m² correspondendo a zona de exploração em flanco de encosta, a 243 536 m², distribuída por 5 bancadas.

As cotas do terreno variam entre 340 e 395 m, tendo sido definida uma cota mínima de exploração de 345 m, medida na parte mais funda da lagoa, e uma cota máxima de 370 m, no patamar mais elevado.



Figura 6.2 – Situação Atual do Terreno

O tipo de intervenção consiste no nivelamento e regularização de algumas zonas dentro da área explorada com vista ao seu uso final.

Para o enchimento parcial dessas áreas serão utilizados os escombros resultantes da exploração, as lamas da lavagem dos inertes e a terra vegetal.

Propõe-se assumir um diálogo entre o antigo, a pedreira e o novo espaço - um parque multiusos, tanto ao nível do conteúdo como de formalização de espaços. Com base neste pressuposto a modelação do terreno visa amenizar algumas variações mais bruscas de cotas e permitir a articulação entre si, calculando-se que a área modelada corresponderá a um valor aproximado de 50 536 m².

O novo modelado do terreno procura limitar-se a uma intervenção o menos invasiva possível, deixando à vista as paredes dos diferentes patamares e tirando partido da diferença de cotas existentes.

As bancadas em flanco de encosta serão tratadas do ponto de vista de estabilização de taludes e do ponto de vista paisagístico, nos locais em que haja necessidade de criar espaços com declives menos agrestes, propondo-se o adoçamento das suas formas finais de exploração através do aterro com materiais provenientes da atividade extrativa.

A metodologia utilizada na aplicação desses materiais encontra-se descrita no capítulo anterior - Ensaio de aplicação.

Deixar à vista as paredes definidas na rocha pelos diferentes patamares visa observar a variação topográfica, criando uma nova paisagem, e permite, ao mesmo tempo, equacionar a hipótese do desenvolvimento futuro de programas e projetos educativos, e de turismo geológico.

Os taludes serão adoçados através de ripagem com retroescavadora e o material resultante desta operação será utilizado em conjunto com os outros materiais de recuperação na base do talude, suavizando a sua topografia (Plano de Lavra, 2001).

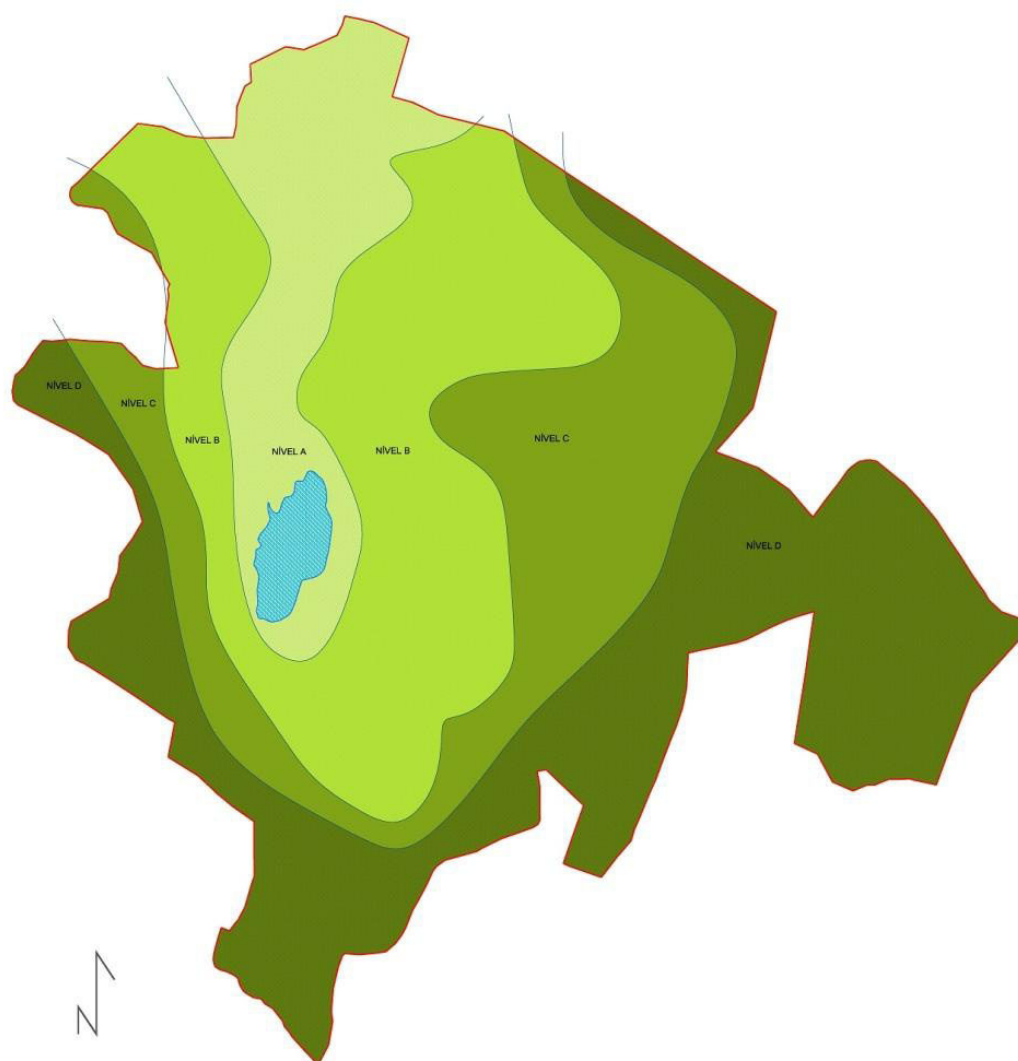


Figura 6.3 – Modelação final do terreno por níveis

A modelação final proposta, por níveis, encontra-se representada na figura 6.3 e no anexo VI – planta de topografia - 003 e proposta de níveis - 004.

Estão definidos 4 níveis (A, B, C e D), cujos patamares variam entre 5 a 10 m de altura, na zona de exploração. A zona em que haverá uma maior intervenção em termos de modelação de terreno será a parte norte da pedreira, uma vez que corresponde à área onde será construído um dos acessos à lagoa e onde existe um maior desnível entre as instalações hípicas e o parque infantil (norte do nível B e nível C). Após os trabalhos de modelação e compactação do material de enchimento, inicia-se o plano de revegetação.

6.3.2.**REVEGETAÇÃO**

O plano de revegetação previsto atuará na área total do terreno, com maior incidência para as zonas da extração, de modo a permitir a continuidade com o espaço envolvente.

Depois da fase de modelação do terreno será colocada, sobre a camada de solo inerte, uma cobertura uniforme de terra vegetal (ver capítulo 5) com 30 cm de espessura média, constituindo um substrato adequado para a vegetação.

A vegetação vai garantir um controlo sobre a erosão do vento e da chuva, e contribuir para a estabilização da superfície.



Figura 6.4 – Identificação das espécies gramíneas e herbáceas

A eleição das espécies foi baseada na vegetação existente e teve em conta os fatores ambientais (clima/ solo/ relação entre espécies), o objetivo da revegetação, e as condições de conservação e manutenção. Sendo um dos critérios prioritários minimizar as necessidades de manutenção e ao mesmo tempo uma boa adaptação ao meio.

Considerando que um sistema é mais estável quanto mais diversificado, são propostas várias espécies que se encontram representadas nas plantas de revegetação 010, 011, 012 e 013 do anexo VI.

Para o efeito, é proposta uma hidrossementeira de uma mistura de gramíneas e herbáceas (figura 6.4), e um conjunto de espécies arbustivas (figura 6.5).

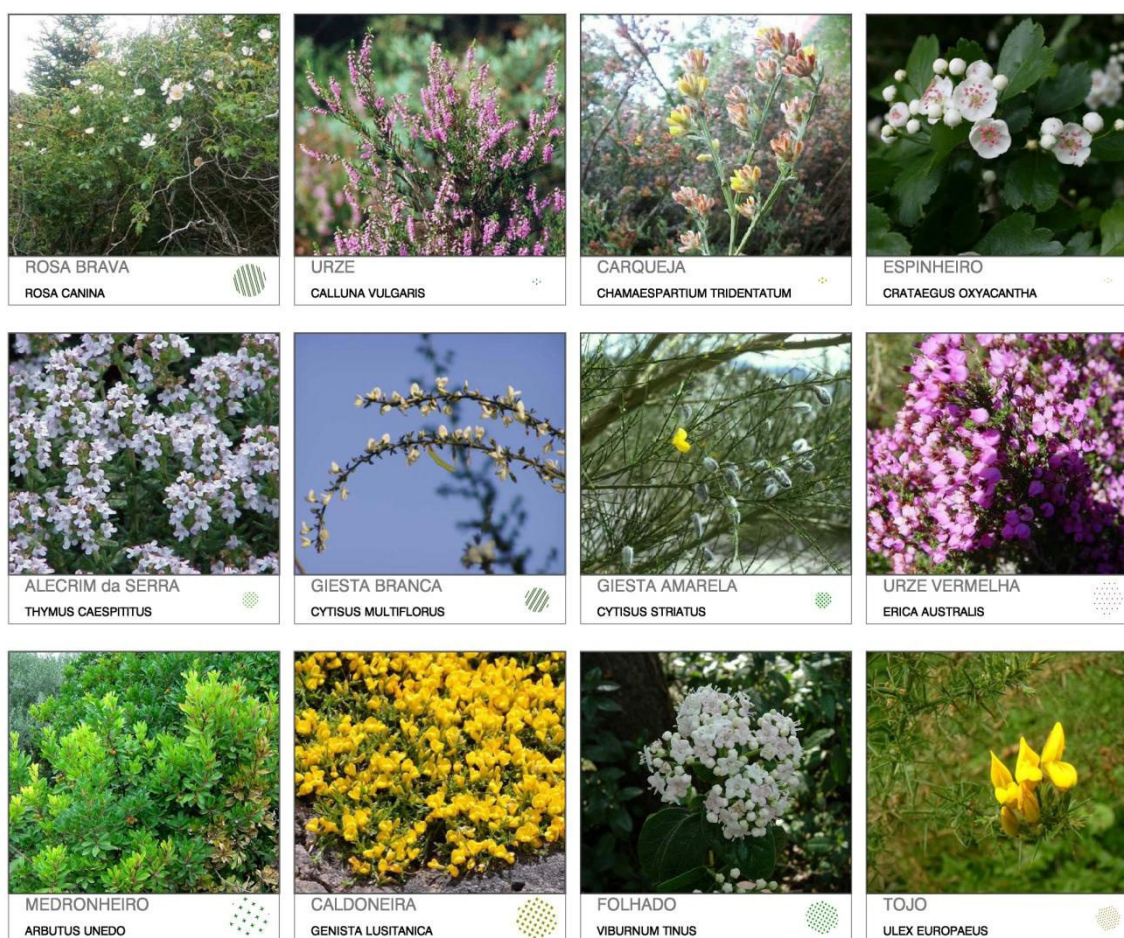


Figura 6.5 – Identificação de algumas espécies arbustivas

No que se refere à cortina arbórea, esta, procura delimitar a área do parque e favorecer o enquadramento com a paisagem. A plantação deste tipo de vegetação será maior ao longo da sua periferia, nomeadamente junto da respetiva vedação, constituindo uma barreira vegetal.

Uma das principais funções das espécies arbóreas é hidrológica, pelo aumento da infiltração da água através de um aumento da porosidade, e também o facto de contribuírem para a proteção do solo contra a ação da chuva e vento.

As espécies arbóreas propostas (figura 6.6) são o pinheiro bravo (*pinus pinaster*), o carvalho comum (*quercus robur*), o castanheiro (*castanea sativa*), o sobreiro (*quercus suber*) e a oliveira (*olea europea*).



Figura 6.6 – Identificação de algumas espécies arbóreas

Na figura 6.7 está representada a proposta de revegetação, com a localização preferencial de todos os tipos de espécies vegetais propostos. É de salientar que as plantações preconizadas, apesar de distribuídas aleatoriamente, para transmitirem um efeito o mais natural possível, seguem algumas linhas de orientação na distribuição para cada um dos níveis do terreno.

A localização exata das plantações, obrigaria a um estudo detalhado, nomeadamente tendo em atenção a orientação das curvas de nível, que afetam diretamente o comportamento do solo em termos de erosão, e não foi objeto de estudo neste trabalho.



Figura 6.7 – Proposta de revegetação

No caso da vegetação arbustiva, por cada zona, é proposta a existência de uma espécie predominante, distribuída heterogeneamente, criando diferentes efeitos de cor variáveis ao longo das estações do ano.

A mesma estratégia é utilizada para as gramíneas, neste caso com duas espécies predominantes por nível.

Em relação aos maciços arbóreos é dada preferência ao uso do pinheiro bravo como elemento de transição entre a área da pedreira e a sua envolvente. As restantes espécies arbóreas são distribuídas pelos distintos níveis.

O resultado final pretendido é um cenário vegetal de aspeto natural, completamente integrado na paisagem local, sustentável e de baixa manutenção.

A ordem da vegetação, vista como um jardim, é visual e compreensível pela sua forma e vocabulário muito preciso, criando a sua própria personalidade e estando numa transformação permanente segundo as estações do ano (Clément, 2008).

Apesar de cada espaço ter o seu "tempo", espera-se que ao fim de 4 anos a estrutura do jardim esteja completamente definida (Clément, 2008).

6.3.3.

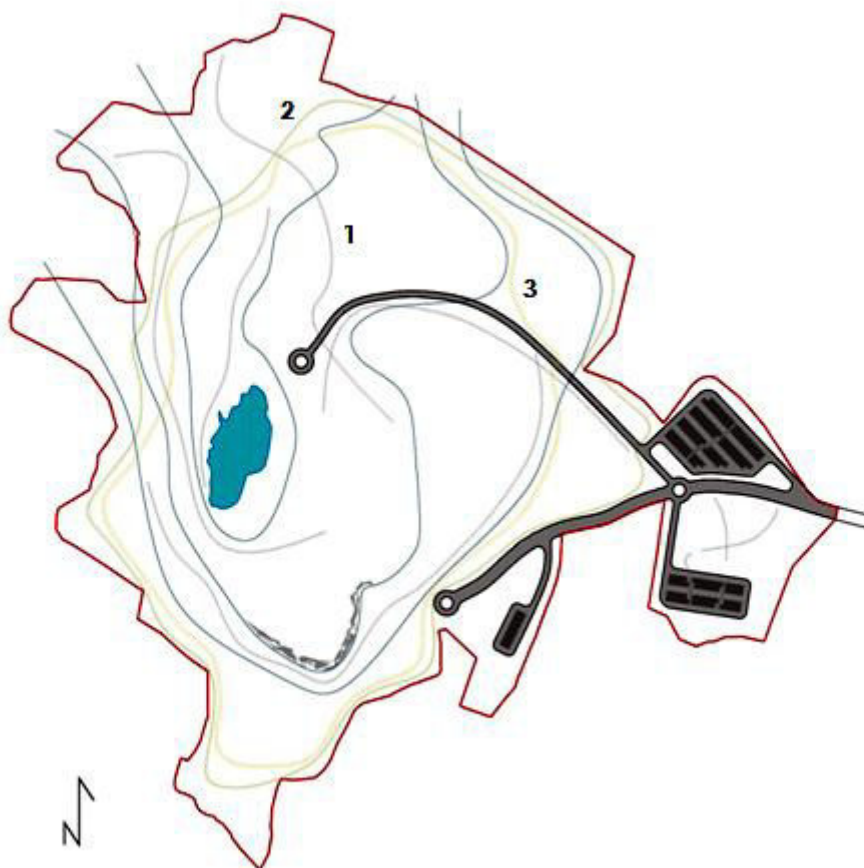
USOS

O processo de recuperação proposto tem como meta que o mesmo seja concretizado na sua totalidade, contudo em caso de inviabilidade ou impossibilidade, os usos definidos apesar de serem complementares são independentes, afetam áreas distintas e podem ser realizados a curto, médio ou longo prazo.

O objetivo do parque multiusos é oferecer um conjunto de oportunidades que possam criar valor acrescentado, desde uma intervenção mais simples até à mais complexa; humanizando o espaço como um espaço público e permitindo uma interação do homem como meio (Guallart, 2008).

Nesse sentido, o passo seguinte, após a revegetação, é a criação de uma rede de circuitos pedonais, com 3 km, que permitam percorrer o parque em toda a sua extensão.

Aliado à saúde e bem-estar surge uma ciclovia (2 km), uma área desportiva e de escalada, com os respetivos balneários, e sendo um pouco mais ambicioso, tendo em conta os interesses dos proprietários do terreno, um circuito hípico com 1,5 km (figura 6.8).



Legenda: 1 - Circuito pedonal 2 - Ciclovia 3 - Circuito hípico

Figura 6.8 – Localização dos diferentes tipos de circuitos

A existência de um circuito hípico só faz sentido se existirem umas instalações associadas à prática de hipismo e que também estão previstas nesta proposta.

Por outro lado, num parque de acesso público, logicamente têm que existir algumas instalações de apoio como seja uma receção, um controlo de entradas, instalações sanitárias, parque de estacionamento e mobiliário urbano.

A proximidade com a natureza, o campo e a possibilidade de disfrutar de um espaço em família, leva à definição de uma zona para um parque infantil e uma zona de merendas.

O seguinte nível de intervenção é o da edificação, um restaurante, um café, o próprio picadeiro, um conjunto de pequenos abrigos/miradouros, toda uma série de construções inseridas dentro da área do parque.

Aproveitando um dos desníveis menos acentuados surge um anfiteatro ao ar livre, com todo um conjunto de possibilidades de uso cultural e artístico.

Numa perspetiva educativa e de aquisição de um maior conhecimento da área, da sua geologia e do que foi a atividade extrativa aí desenvolvida, aparece o centro de interpretação. Edificado na zona noroeste da pedreira, em frente a uma pequena loja, onde também é possível alugar bicicletas.

Por último, dentro de uma área mais afastada do que foi a zona extrativa e com possibilidade de entrada independente, faz parte desta proposta a criação de uma unidade formativa com a respetiva área administrativa e parque de estacionamento.

Potencializando a geodiversidade como um produto que poderá oferecer uma nova oportunidade de promoção turística e do património natural, através de uma riqueza e multiplicidade paisagística, e de aspetos geológicos (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo (Gray, 2004), nasce uma unidade de alojamento.

Assim, dentro do conceito de geoturismo no panorama do desenvolvimento sustentável e do ecoturismo, modalidades do turismo baseado na natureza (Araújo, 2005) surge a possibilidade de uma atividade que permite aos visitantes adquirir conhecimentos geocientíficos e contribuir, simultaneamente, para o desenvolvimento económico da comunidade local. Sendo acrescida a sua

importância na conservação, valorização e divulgação do Património Geológico.

As relações estabelecidas entre os conceitos de geodiversidade, património geológico e geoturismo, estão representadas na figura 6.9. Sendo o turismo geológico uma das vertentes do geoturismo.

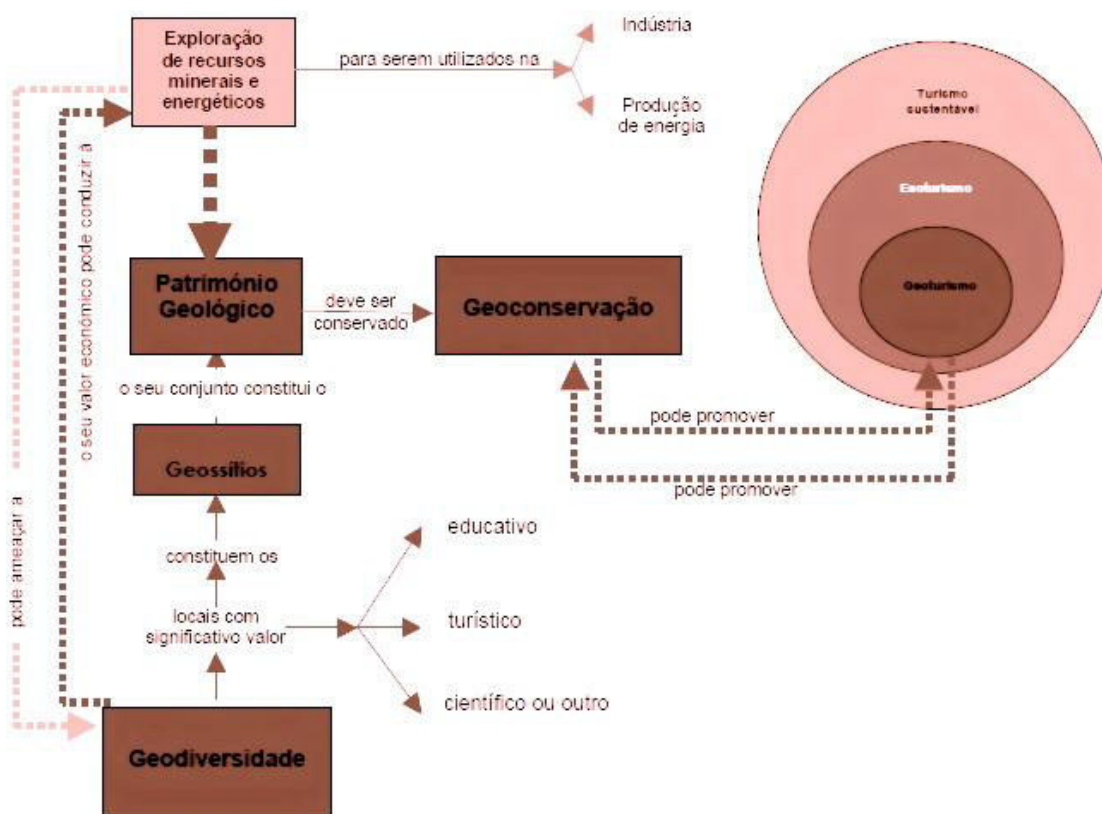


Figura 6.9 – Relações estabelecidas entre os conceitos de Geodiversidade, Património geológico e Geoturismo.

Fonte: Araújo, E. (2005) - Geoturismo: Conceptualização, Implementação e Exemplo de Aplicação ao Vale do Rio Douro no Sector Porto-Pinhão. Tese de Mestrado em Ciências do Ambiente, Universidade do Minho.

Foi intenção, neste subcapítulo, fazer uma apresentação geral sobre os diferentes usos propostos neste trabalho e que se encontram representados na figura 6.10 e no anexo VI – proposta de usos – 005 e proposta de edificação – 006.



LEGENDA	
01	RECEÇÃO
02	LOJA / ALUGUER de BICICLETAS
03	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS
04	CENTRO de INTERPRETAÇÃO
05	ÁREA ADMINISTRATIVA e FORMATIVA UNIDADE de ALOJAMENTO
06	CONTROLO de ACESSOS
07	ÁREA TÉCNICA
08	BALNEÁRIOS
09	INSTALAÇÕES HÍPICAS
10	RESTAURANTE
11	CAFETARIA
12	INSTALAÇÕES de APOIO (MERENDAS)
13	CIRCUITO PEDONAL
14	CIRCUITO HÍPICO
15	CIRCUITO BICICLETAS
16	LAGOA
17	PARQUE de MERENDAS
18	ÁREA de ESCALADA
19	ÁREA DESPORTIVA
20	ANFITEATRO
21	PARQUE INFANTIL
22	PARQUE de ESTACIONAMENTO PRIVADO
23	PARQUE de ESTACIONAMENTO PÚBLICO
24	ABRIGO / MIRADOURO

Figura 6.10 – Proposta de usos e edificações

O aspeto final desta proposta de recuperação paisagística, criando um parque multiusos, com todas as edificações e usos definidos, bem como toda a vegetação, terá a configuração da figura 6.11.

No anexo VI são representados um perfil longitudinal (perfil - 008), um transversal (perfil - 007) e a proposta da planta final - 006.



Figura 6.11 – Planta final

6.3.4.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Não pretendendo este trabalho ser um projeto de arquitetura, optou-se por não entrar em demasiados detalhes referentes à parte de construção/edificação, em termos de infraestruturas, construção, materiais e todo o tipo de instalações.

Apenas serão feitos alguns enquadramentos em relação aos pavimentos, ao parque infantil, à iluminação e ao mobiliário urbano, cujas propostas se encontram no anexo VI.

Os **pavimentos** (proposta 014 – anexo VI) foram definidos tendo em conta cada tipo de uso, e a título de exemplo foram definidos os seguintes:

- Circuito pedonal – brita;
- Ciclovia – betuminoso colorido;
- Circuito hípico - mistura de areia de sílica e fibras sintéticas;
- Acesso de veículos – asfalto;
- Estacionamento – grelhas de betão;
- Parque infantil – borracha reciclada;
- Área desportiva – resina epóxi;
- Praça – cubo de granito;
- Anfiteatro – betão polido;
- Instalações hípias - fibras sintéticas.

Para o **parque infantil** (proposta 015 – anexo VI), espaço de recreio por excelência, foi considerada a vertente mais natural, com recurso ao uso predominante da madeira, a diversidade e a versatilidade, sem descuidar a segurança. A possibilidade de organizar um concurso de ideias é uma hipótese que nos agrada e que poderá ser equacionada no futuro.

A **iluminação** elegida (proposta 016 – anexo VI) recorre ao uso de luminárias da geração LED, de baixo consumo energético, fácil manutenção e instalação, variedade de distribuição de luz e preocupação com o conforto visual, de diferentes tamanhos, design atual e possibilidade de integrar câmaras de vigilância.

O tipo de luminosidade, o número de luminárias, modelo e distribuição está vinculada às necessidades de cada uso e à sua localização no parque.

Para evitar a contaminação luminosa, mas sem por isso ter um iluminância demasiado baixa, de um modo geral, quanto mais para o centro do terreno maior a intensidade de luz.

Na periferia opta-se por modelos mais baixos e nas zonas edificadas e de estacionamento pelos mais altos.

Com as opções “detetor de presença” e redução de fluxo luminoso pode ser minimizado o consumo energético. Os componentes eletrónicos LED tornam possível manter uma luz que é constantemente reduzida ao mínimo, e fornecem uma iluminação eficaz, uniforme e livre de encandeamento.

Por outro lado são modelos orientáveis para responder da melhor forma à função pretendida: iluminação de pavimentos e de percursos, iluminação de fachadas, realce de objetos, balizagem, etc.

O **mobiliário urbano** (proposta 017 – anexo VI), minimalista e contemporâneo, foi selecionado tendo em consideração a simplicidade, a funcionalidade e a resistência.

A promoção da acessibilidade constitui uma condição fundamental e serão consideradas as normas técnicas definidas no Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto e no respetivo Guia de Acessibilidade e Mobilidade para Todos.

Ao nível da **segurança**, não serão feitas nenhuma referências, salvo que seria um tema com grande enfoque tanto quando da recuperação e reconversão, como no campo de aplicação após conclusão dos trabalhos, nomeadamente no que se refere a proteções e sinalização.

Em relação à componente mais didática, salvaguardada pelo centro de interpretação, área formativa e até mesmo pelo turismo geológico, serão colocados, em locais estratégicos, painéis informativos (proposta 017 – anexo VI), fazendo referência ao tipo de vegetação, ao património geológico e natural, bem como da própria história da pedreira, tirando o máximo proveito de todos os paramentos rochosos que ficarão à vista, onde poderão ser identificados os

respetivos níveis estratigráficos bem como a sua constituição e enquadramento geológico.

Cabe frisar, que este tipo de intervenção requer a participação de uma equipa multidisciplinar e polivalente, e que este trabalho é uma mera aproximação a um modelo de plano de recuperação paisagística.

6.4.

MANUTENÇÃO, MONITORIZAÇÃO E VIGILÂNCIA

A conservação, manutenção e proteção do parque, bem como a sua correta utilização, conduz à definição de um conjunto de regras que visam garantir a preservação dos espaços, espécies vegetais e equipamentos, através de uma filosofia de responsabilização e respeito de e por todos os utentes.

Os diferentes espaços requerem trabalhos de manutenção e conservação, em alguns casos, específicos a cada um deles.

Nesta proposta está previsto um edifício de áreas técnicas e de apoio à manutenção do parque (anexo VI – proposta edificação – 009).

A manutenção dos espaços, equipamentos e edificações, além da limpeza, passa pela reparação e reposição dos elementos que possam ser afetados, pelo uso, pelo vandalismo, ou por outro fator que os possa deteriorar.

Um dos aspetos a ter em atenção é a remoção da vegetação invasiva, ex. ervas daninhas, tanto por meios manuais ou mecânicos, como químicos.

A manutenção das zonas verdes é fundamental e uma das mais trabalhosas. Um aspeto geral bem cuidado, apesar de se pretender uma vegetação o mais natural possível, dá uma boa imagem do parque a quem o visita.

Os solos danificados ou contaminados devem ser restaurados.

Poderá existir a necessidade de uma rega de instalação durante os primeiros tempos ou mesmo uma rega de emergência em períodos de déficit hídrico extremo, contudo é promovido um consumo de água sustentável, nomeadamente através da captação e utilização das águas pluviais, da minimização das áreas regadas, e da otimização das operações de rega.

Pelo tipo de vegetação proposta não está previsto a instalação de um sistema de rega, apenas estão equacionadas regas ocasionais por meio de uma cisterna de água ou outro método similar.

As espécies arbóreas e arbustivas atingem o seu esplendor máximo quando o seu desenvolvimento é natural.

Contudo poderá existir a necessidade de uma poda para favorecer o seu crescimento, retirar ramos velhos ou que possam pôr em risco a segurança dos utentes.

Sempre que possível, e no caso de necessidade, na substituição de algum elemento vegetal, será usado uma espécie idêntica em termos de características botânicas, idade e tamanho.

A utilização de equipamentos desportivos e do parque infantil rege-se pelas respetivas normas de segurança e de acordo com os fins a que se destinam, sendo alvo de intervenções de manutenção, ao nível dos próprios equipamentos, do pavimento e área envolvente.

O sistema de iluminação LED não requer manutenção e estão integrados num tubo de metacrilato resistente ao choque e protegido contra os raios UV. O tipo de luminárias escolhido possui um elevado nível de estanquicidade IP 67, garantindo a limpeza a longo prazo do bloco ótico e dos acessórios eletrónicos. O sistema LED tem uma vida útil prevista de 60 000 h.

As câmaras de vigilância serão integradas no sistema de iluminação permitindo

um visão de toda a área do parque com recurso a um sistema de vídeo vigilância CCTV (televisão circuito fechado), após autorização da Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd).

6.5.

PARCERIAS

Uma das ideias associadas à gestão do parque, como um espaço multiusos, assenta num conjunto de parcerias com associações e entidades públicas, privadas e a população local.

Estas parcerias têm naturezas diversas e abrangem áreas relacionadas com a transmissão de conhecimentos, o desenvolvimento científico, pedagógico, a promoção de atividades para jovens, etc., de forma equilibrada e sustentada que permitam desenvolver e manter o uso deste espaço.

Salienta-se a importância em estabelecer parcerias com instituições de ensino, a todos os níveis, considerando este parque como veículo informal de aprendizagem, tanto ao nível da geologia como da vegetação, ou até mesmo da atividade extrativa.

Existe também a possibilidade da colaboração com centros de ocupação de tempos livres e de desporto, em que os jovens poderão usufruir dos vários espaços e atividades que o parque oferece.

A realização de workshops e a participação mais ativa do público em geral, em tarefas mais práticas, também foi considerada, e nesta área a oferta é muito vasta. Desde o estudo e cuidado das espécies vegetais, com a realização de pequenas podas e regas ocasionais, até à manutenção do próprio espaço, convertendo o público nos principais atores deste conjunto de atividades.

Para a promoção do parque e da região onde se insere, deve ser investido um esforço na procura de parcerias diretas com empresas de turismo.

Por último, cabe fazer referência a toda a estrutura hípica, com a possibilidade da criação de uma escola de hipismo e/ou do aluguer de boxes para cavalos.

7.

CONCLUSÕES

A recuperação paisagística associada à atividade extrativa traduz-se na maioria dos casos na revegetação das áreas afetadas com a vegetação pré-existente.

A proposta de uma solução de recuperação com outro tipo de atrativos para a região, com expetativas concretas e usos futuros bem definidos, bem como o aproveitamento de materiais remanescentes da própria extração foram o ponto de partida para este trabalho.

Para o efeito, numa primeira etapa foi feita a caracterização e análise da pedreira de “Merceias” e toda a sua envolvente, relativamente ao enquadramento regional, processo produtivo, descritores ambientais e gestão de resíduos.

De entre os aspetos analisados cabe referir a boa rede viária, com a proximidade à IP4 que permite a ligação a Bragança, Vila Real e Porto, e a pouca distância a Mirandela (19 km) e a Chaves (50 km).

Outro fator determinante foi a quantificação de “resíduos” produzidos até ao final da vida útil da pedreira, pois com base nos elementos facultados pela empresa é possível avançar com uma estimativa de 130 000 m³ de escombros, 120 000 m³ de lamas e 73 000 m³ de terra vegetal.

Como a área modelada corresponderá a um valor aproximado de 50 536 m² e considerando que a metodologia de aterro será a descrita no capítulo 5, em que a distribuição por camadas será de 30 cm de terra vegetal, 50 cm de lamas e 150 cm de escombros, podemos concluir que vai existir material em quantidade suficiente para fazer o enchimento das zonas a serem modeladas.

Posteriormente, foram ensaiadas 4 amostras de lamas recolhidas à saída dos filtros prensa, 8 de escombros e 1 de terra vegetal dos stocks existentes na pedreira.

Os ensaios laboratoriais realizados encontram-se registados no quadro 1 do capítulo 3 e dos resultados obtidos salienta-se:

- As lamas são as amostras que apresentam uma maior percentagem de fração fina, com rendimentos na ordem dos 80 % e como era de esperar os escombros apresentam valores muito inferiores, entre 9 e 10 %, o que se justifica pela existência de uma maior fração grosseira.
- O conjunto de amostras, por tipo de material, é muito homogéneo, com pouca variação granulométrica entre si.
- Na análise química, o SiO_2 destaca-se como sendo o elemento com teores mais elevados, variando entre 54,32% e 68,54%.

No caso dos escombros EA, que apresentam os valores mais elevados (67,11 – 68,54%) esse facto condiciona principalmente o valor de perda ao rubro que apresenta valores ligeiramente inferiores às restantes amostras (1,60 a 1,80%), pois quanto maior é o valor de sílica menor é o da perda ao rubro.

Por sua vez, a terra vegetal apresenta o valor mais elevado de perda ao rubro (9,70%) justificado pela presença de maior quantidade de matéria orgânica.

É evidente a predominância do granito caracterizado por elevado teor de sílica e elevado conteúdo de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) com valores entre os 6 e 10 %.

- Quando comparamos os 2 tipos de escombros, podemos deduzir que a diferença de teores de sílica e de perda ao rubro existentes, se justificam pelas amostras do tipo E terem sido resultado de material extraído de um patamar em que a rocha se apresentava mais alterada, sendo estes valores a indicação de algum grau de alteração química, nomeadamente com a presença do óxido de ferro em maior percentagem.

O Manganês (Mn) é o elemento que apresenta um teor mais elevado, entre 283,3 a 535,7 ppm. Este elemento, assim como o Cobre (Cu), o Zinco (Zn), cobalto (Co) e Vanádio (V) são considerados micronutrientes benéficos para as plantas, sendo a sua presença essencial para o sucesso do processo de revegetação.

- Os valores de Cobre (Cu) e de Chumbo (Pb) são mais elevados na terra vegetal pelo facto destes elementos terem tendência a ficar retidos na matéria orgânica.
- Em relação ao cádmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb), zinco (Zn) e Crómio (Cr), considerados como os metais pesados que apresentam uma maior relevância a nível ambiental, existem valores limite de concentração (VLC) definidos em legislação, contudo os valores obtidos nos ensaios realizados estão dentro dos intervalos admissíveis.
- Mineralogicamente, as amostras são essencialmente constituídas por quartzo, micas (biotite e moscovite) e feldspatos, sendo a rocha originária uma rocha ígnea, plutónica e da família do granito.
A presença de clorite é justificada devido a algum grau de alteração nas amostras de terra vegetal, lamas e escombros E.
- As lamas (L), os escombros (E) e a terra vegetal (TV) são os materiais cuja fração fina apresentou uma maior superfície específica. Já as amostras de escombros (EA) apresentaram valores mais baixos para este parâmetro,

uma vez que se trata de um escombros resultante do desmonte de rocha com maior dureza (granito de cor acinzentada), do qual resultam partículas com maior dimensão dentro da fração fina e logo com menor superfície específica.

- A Expansibilidade, que está diretamente relacionada com a percentagem de água que a amostra absorve, foi calculada para as 4 lamelas tendo sido obtidos valores entre 18,60% e 25,93%.
- Da análise dos valores de índice de plasticidade três amostras de lamelas foram classificadas como altamente plásticas ($IP > 15$), a outra amostra de lama e a de terra vegetal ($IP = 15\%$) como estando no valor de transição entre medianamente plástico e altamente plástico.

O ensaio de aplicação, descrito no capítulo 5, foi bem sucedido, tanto ao nível da vegetação, com uma elevada taxa de sobrevivência dos pinheiros plantados e respetivo crescimento, bem como do comportamento do terreno face às forças aplicadas com a criação de acessos de circulação.

Da análise dos valores obtidos, do resultado do ensaio de aplicação e da inspeção visual feita ao terreno, concluímos que a utilização dos materiais remanescentes é uma solução viável como metodologia de recuperação paisagística.

Relativamente à proposta de recuperação paisagística, a reconversão da pedreira num parque multiusos, esta foi dividida em três fases, a primeira, a modelação do terreno, procurando ser uma intervenção o menos invasiva possível, deixando à vista as paredes dos diferentes patamares e tirando partido das diferentes cotas.

Na segunda fase a escolha das espécies vegetais tendo em conta o resultado final pretendido, um cenário vegetal de aspeto natural, completamente integrado na paisagem local, sustentável e de baixa manutenção.

Por fim, na terceira fase, propõem-se os diferentes usos, distribuídos pelas distintas zonas do parque, desde os circuitos pedonais e hípicas, a ciclovia, a área desportiva e de escalada, o picadeiro, o parque infantil e de merendas, o restaurante/ café, os abrigos/miradouro, o anfiteatro e todo o tipo de edificação de apoio ao funcionamento do parque. Numa perspetiva mais didática é proposto um centro de interpretação e uma unidade formativa. Potencializando a geodiversidade e dentro do conceito de turismo geológico surge uma unidade de alojamento.

O processo de recuperação proposto tem como meta que o mesmo seja concretizado na sua totalidade, contudo os usos definidos apesar de serem complementares são independentes, afetam áreas distintas e podem ser realizados a curto, médio ou longo prazo.

As principais condicionantes e cuidados que podem surgir neste projeto passam pela definição de áreas de armazenamento dos materiais que posteriormente serão utilizados na recuperação, devendo estar devidamente identificados e separados de forma a evitar a sua segregação.

Pelo processo de enchimento e aterro, em termos de segurança e a necessidade de ajustar as quantidades de materiais ao estado do terreno na fase final de exploração.

Ao nível da revegetação a aquisição das diferentes espécies e a sua correta plantação, preferencialmente com recurso a alguma mão-de-obra especializada.

A definição de um plano de manutenção e monitorização que garanta o bom funcionamento e conservação do parque, e dos seus equipamentos.

Tudo o que é edificação será a parte deste trabalho que vai obrigar a ter um maior cuidado na gestão e planeamento, tanto ao nível de projeto de arquitetura como de construção, bem como de gestão financeira.

Por último, a possibilidade de parcerias ou protocolos de colaboração é uma mais-valia em termos de abrir as portas a outro tipo de intervenções, promovendo o uso deste espaço e a sua continuidade.

Sendo este trabalho uma primeira abordagem a um modelo de plano de recuperação paisagística, propomos como trabalhos futuros:

- Desenvolvimento de um estudo na área da hidrologia e recursos hídricos;
- Análise do tipo de erosão e como afeta cada declive, de forma a otimizar a escolha e redistribuição da vegetação;
- Estudo dos agentes geológicos externos no âmbito da Geodinâmica Externa;
- Análise dos impactes ambientais e medidas mitigadoras;
- Criação de um guia geoturístico e de desdobráveis informativos;
- Elaboração de um projeto mais detalhado no âmbito do turismo geológico, incluindo um plano estratégico de implementação e desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, A. I. A., (1990) - Aspectos práticos da determinação quantitativa dos elementos maiores em rochas, por espectrometria de fluorescência de raios X", em Geociências, Revista da Universidade de Aveiro, 5 (2), pp. 91-118.

Andresen, Maria T. L. M. B (1992) – Para a crítica da paisagem. Dissertação de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.

APAP (2007) - O Arquitecto Paisagista, Conceito e Obra"(2007) - Edição APAP.

Araújo, E. (2005) - Geoturismo: Conceptualização, Implementação e Exemplo de Aplicação ao Vale do Rio Douro no Sector Porto-Pinhão. Tese de Mestrado em Ciências do Ambiente, Universidade do Minho.

Azevedo, H. (2003) - Exploração e Recuperação de Pedreiras à Procura do Equilíbrio. Ambiente 21 sociedade e desenvolvimento, Ano II, nº10, pp. 48-53.

Bastos, M., Azevedo e Silva, I. (2005) - Uma Diversidade de Soluções para a Reconverção, Reabilitação e Recuperação Paisagística de Pedreiras. Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros.

Belmonte, E. P. (2005) - Espectrometria por fluorescência de raios X por reflexão total: um estudo simulado utilizando o método de Monte Carlo. Rio de Janeiro.

Boss, C.B. & Fredeen, K.J. (1989) – Concepts, instrumentation, and techniques in Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. Edição Perkin Elmer, USA.

Branco, F.C. (2009) – Levantamento das características dos agregados produzidos em Portugal, trabalho realizado para o InIR (Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias IP) pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Brindley G. M & Brown G. (1980) – Crystal Structures of Clay Minerals and their X – Ray Identification. Mineralogical Society, Monograph no.5, London, 485 pp.

Cabral, F.C.; Telles, G.R. (2005) – A Árvore em Portugal, Edição Assírio & Alvim

Caldeira Cabral, F. (2003) - "Fundamentos da Arquitectura Paisagista"; Instituto da Conservação da Natureza; Lisboa.

Casar, Eduardo (1999) – Teorias Físicas, La Jornada Semanal, suplemento del periódico La Jornada, Editorial Demos, México.

CEDINTEC (2006) - Manual da Pedra Natural para a Arquitectura; Direcção Geral de Energia e Geologia, em parceria com o Centro para o Desenvolvimento e Inovação Tecnológicos.

Clément, G. (2008) – El jardín en movimiento. Editorial Gustavo Gili, SL.

Costa, J. B. (1991) – Caracterização e constituição de um solo. Fundação Calouste Gulbenkian, 527 pp.

Csuros, M. & Csuros, C. (2002) – Environmental sampling and analysis for metals. Edição Lewis Publishers, USA, 372 pp.

Decreto -Lei n.º 10/2010. Diário da República, 1.ª Série, N.º 24, de 04 de Fevereiro de 2010.

Decreto-Lei n.º 73/2011. Diário da República, 1.ª Série, N.º 116, de 17 Junho de 2011.

Decreto-Lei n.º 163/2006. Diário da República, 1.ª Série, N.º 152, de 08 Agosto de 2006.

Decreto-Lei n.º 178/2006. Diário da República, 1.ª Série, N.º 171, de 05 Setembro de 2006.

Decreto-Lei n.º 183/2009. Diário da República, 1.ª Série, N.º 153, de 10 de Agosto de 2009.

Decreto-Lei n.º 270/2001. Diário da República, Série I-A, N.º 232, de 06 de Outubro de 2001.

Decreto-Lei n.º 276/2009. Diário da República, 1ª Série, N.º 92, de 02 Outubro de 2009.

Decreto-Lei n.º 340/2007. Diário da República, 1.ª Série, N.º 197, de 12 de Outubro de 2007.

Echániz, I. E. (2011) – Las cicatrices del paisaje y la ética de la metáfora – Paisea 016, Cicatrices, Marzo 2011, pp 9-14.

Erect Architecture (2012) - Projeto Evelyn Court Estate Playground - Paisea 022, El Juego, Set 2012, pp 14-21.

Espenica, A. (1997) – Paisagem e Sustentabilidade. In paisagem, M Cancela d'Abreu (Ed.), DGOTDU, Lisboa.

Fernandes, M.F. e Carvalho, L.M. (2001) - Portugal Botânico de A a Z, Plantas Portuguesas e exóticas. LIDEL, Lisboa.

Fichas Técnicas Agregados (2012) – Pedreira de “Merceais”.

Figueiredo, J. M., Rodrigues, F., Correia, A. E Chambino, M. T. (2001) - Sector da Pedra Natural. Guia Técnico, INETI, Lisboa 2001, Disponível em: <www.netresíduos.com/cont/file/sectorpedranatural.pdf>. (Consult. Agosto 2012).

Figueiredo, P. - Contribuição para o estudo de um solo proveniente da traseira do 1ºBIMec no Campo Militar de Santa margarida – Proelium Revista da Academia Militar n.3, Disponível em: <www.academiamilitar.pt>. (Consult. Setembro 2012).

Form Associates (2012) - Area jogos natural Fairlop - Paisea 022, El Juego, Set 2012, pp. 34-39.

Forman, R.T.T., Gordon, M. (1986) – Landscape ecology. Edição Wiley, Nova Iorque.

Franch, M. e Van Rosendaal, D. (2012) - Projeto verde para jugar - Paisa 022, El Juego, Set 2012, pp. 72-78.

Franco, J. M. & Afonso, M. C. R. - Nova Flora de Portugal. (Continente e Açores). Vol. III. Fascículo I e II.

Freire, J., Tavares, M., Campos, J. (2003) - Ritmos de Crescimento das Espécies *Pinus pinaster*, *Acacia melanoxylon* e *Acacia dealbata* nas Dunas do Litoral Norte e Centro - Estação Florestal Nacional. Departamento de Silvicultura e Produtos Florestais, Silva Lusitana 11(1), Lisboa, pp. 67 – 76.

G.I.A., (1994) - Exploração de pedreiras e o ambiente. Rochas & equipamentos, 1º Trimestre, IX ano nº33, pp. 88-92.

Gomes, C. (1988) - Argilas: o que são e para que servem. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 457 pp.

Gomes, C. S. F. (1979) – Raios X no estudo de minerais. Universidade de Aveiro, 216 pp.

Gomes P. (2011) – Processos de reabilitação ambiental em escombrelas de minas abandonadas – estudo de casos. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, 108 pp.

Gray, M. (2004) – Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chichester, England, 434 pp.

Guallart, V. (2008) – Geo Logics, Editorial Actar Barcelona.

Guia de Acessibilidade e Mobilidade para Todos (2007) - Apontamentos para uma melhor interpretação do DL n. 163/2006 de 8 de Agosto, Edição Secretariado Nacional de Reabilitação e integração das pessoas com Deficiência.

Hutton, J. e Blackwell, A. (2012) - Dymaxion sleep - Paisea 022, El Juego, Set 2012, pp 110-111.

LNEC (1967) - Especificação E 200 – “Solos – Ensaio de Expansibilidade”.

Lecoq, N. (2002) - Notas da disciplina de Recuperação da Paisagem e Impacto Ambiental. Edição AEISA, Lisboa.

Magalhães, M. R. (2001) - A Arquitectura Paisagista – Morfologia e complexidade; Editorial Estampa; Lisboa; 1ª edição.

Manual de Marcação CE (2012) – Pedreira de “Merceais” - Edição 4.

Martínez-Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D. & Bea, F. (2004) - Zona Centro-Ibérica. In: Vera, J.A. (Ed.), Geología de España. Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 68-133.

Matos, A. (1991) – A Geologia da Região de Vila Real . Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e Instituto Nacional de Investigação Científica. Vila Real.

Naveh, Z. , Lieberman, A.S. (1984) – Landscape ecology: theory and application. Edição Springer, Nova Iorque.

Norma Portuguesa NP EN 12620:2002+A1 2010 – agregados para betão. IPQ.

Oliveira, J. T., Pereira, E., Ramalho, M., Antunes, M.T. & Monteiro, J.H. (1992) – Carta Geológica de Portugal na escala 1/500 000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa

Orea, D. (2004) – Recuperación de espacios degradados – Ediciones Mundi – Prensa.

Pereira, E. (Coord.) (2002) – Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000, Folha 2. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Pereira, E. (2006) – Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal, Folha 2, escala 1/200 000; Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Pérez-Estaún, A., Bea, F., Bastida, F. Marcos, A., Martínez-Catalán, J.R., Martínez-Poyatos, D., Arenas, R. Díaz García, F, Azor, A., Simancas, J.F. & González Lodeiro, F. (2004) - Macizo Ibérico. In: Vera, J.A. (Ed.), Geología de España. Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 21-230.

Plano de Lavra (2001) – Pedreira de “Merceais” – 4 de Dezembro de 2001.

Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) para a região Norte (2009) – Relatório de Recursos Geológicos e Hidrogeológicos da Região Norte - Comissão de Coordenação da Região do Norte.

Portaria n.º 209/2004. Diário da República, 1.ª Série B, N.º 53, de 3 de Março de 2004.

Reis, M. (2005) - Argilas/lamas portuguesas utilizadas em peloterapia: propriedades físicas e químicas relevantes. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro.

Rodríguez Soalleiro, R. (1997) - Manual técnico de selvicultura del PINO PINASTER, Edição Agrobyte – Universidade de Santiago de Compostela.

Rossi, Aldo (1998) - Autobiografia Científica, Editorial Gustavo Gili, SL.

Sousa, N. V. (1993) - Recuperação de Paisagens Degradadas e Recuperação das Pedreiras da Secil. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista, UTL, ISA, Lisboa.

Tarsoly, C e Marti, E. N. (2012) - Umbraculo y jardin para juegos infantiles - Paisa 022, El Juego, Set 2012, pp. 52-57.

Terroso, D. (2005) - Argilas/ Lamas e Águas Termais das Furnas (Açores): Avaliação das Propriedades Físicas e Químicas relevantes para a utilização em Peloterapia.

Dissertação de Mestrado, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro.

Terroso, D. (2007) - Protocolos Laboratório de Materiais – Departamento de Geociências – Universidade de Aveiro.

Treib, Marc (1999) - Nature Recalled in Recovering Landscape: Essays in Contemporary Landscape Architecture, Princeton Architectural Press, New York, pp. 29-43.

Velho, J. L. (1993) – Caracterização, beneficiação e avaliação de caulinos portugueses para a indústria do papel. Dissertação de Doutoramento, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, 364 pp.

Vieira, M. (2000) - Adsorção de metais pesados nas partículas em suspensão nas águas naturais. Influência das características físico-químicas das superfícies, Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da universidade do Porto.

Vilela de Matos, A. (1991) – A Geologia de Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

SITES BIBLIOGRÁFICOS

[http:// earth.google.com](http://earth.google.com)

<http://maps.google.pt>

<http://netxplica.com>

<http://playgrounddesigns.blogspot.com.es>

<http://www.agrobyte.com>

<http://www.apambiente.pt>

<http://www.asfaltovia.com>

<http://www.assimagra.com>

<http://www.equipara.com>

<http://www.geoatributo.com>

<http://www.grupoamop.com>

<http://www.igeoe.pt>

<http://www.inr.pt/>

<http://www.jb.utad.pt/>

<http://www.lneg.pt>

<http://www.meteo.pt>

<http://www.schreder.com>

<http://www.turismodeportugal.pt>

<http://www.webmineral.com>

ANEXOS

ANEXO I

Massas das frações fina e grosseira. Valores dos rendimentos.

Amostras	Massa fração > 63 µm (g)	Massa fração <63 µm (g)	Massa total (g)	Rendimentos (%)
L1	79	352	431	82
L2	58	226	284	80
L3	47	213	260	82
L4	52	204	256	80
E4	917	88	1005	9
E3	967	94	1061	9
E2	890	88	978	9
E1	777	84	861	10
EA4	1189	111	1300	9
EA3	1062	99	1161	9
EA2	1072	102	1174	9
EA1	981	100	1081	9
TV1	449	87	536	16

ANEXO II

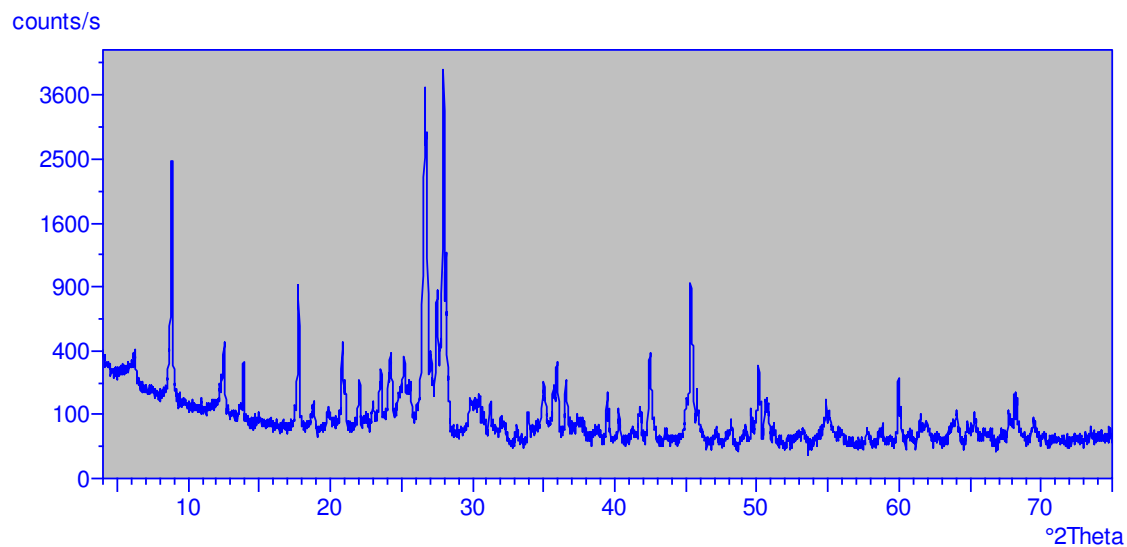
Determinação dos Elementos Menores e em Traço

	Sc	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
EA4	nd	10,2	33,0	302,3	7,3	8,4	nd	75,3	38,6	nd	33,5	2,5	4,2	145,5	19,9	9,3	108,5	10,7	nd	15,7
EA3	nd	9,8	29,3	287,0	8,6	8,9	3,3	78,9	26,2	nd	9,7	9,0	nd	208,7	20,0	4,7	123,1	12,6	nd	nd
EA2	nd	9,3	25,5	290,1	7,8	7,0	5,2	75,1	16,3	nd	24,7	9,9	1,6	82,4	14,7	5,7	26,2	6,4	1,6	26,1
EA1	nd	8,8	25,4	283,3	8,7	7,3	nd	68,8	13,3	nd	21,9	7,5	3,7	131,2	14,2	nd	66,5	8,2	nd	nd
TV1	nd	27,0	37,5	345,8	15,0	14,2	21,4	31,3	21,2	nd	32,3	7,5	7,0	70,5	20,2	6,5	72,3	5,0	nd	27,0
L4	nd	11,6	14,8	535,7	7,3	5,5	4,4	73,5	29,0	nd	31,9	13,1	nd	87,6	9,9	nd	13,3	2,0	nd	35,6
L3	nd	11,8	18,6	514,9	9,6	7,2	5,1	41,0	35,7	nd	85,5	16,9	12,5	105,8	17,9	7,8	109,9	9,8	nd	nd
L2	nd	11,1	16,6	499,1	11,1	6,4	5,3	53,3	17,6	nd	nd	nd	nd	70,1	10,2	4,2	94,2	8,5	1,4	10,0
L1	nd	11,5	19,6	514,9	14,5	5,3	4,7	30,8	12,8	nd	43,7	13,5	7,8	56,4	7,9	4,6	32,2	3,9	1,0	21,2
E4	nd	12,0	21,4	470,6	12,6	7,5	nd	84,5	15,3	nd	36,0	17,5	8,2	121,8	16,6	5,9	120,0	11,2	nd	nd
E3	nd	11,7	23,8	469,8	11,3	8,8	3,2	72,0	34,4	nd	116,7	35,5	18,7	187,7	27,8	8,8	149,6	13,9	1,3	nd
E2	nd	12,1	24,7	470,5	8,0	7,4	nd	90,1	48,3	nd	43,8	nd	nd	128,6	21,8	8,2	100,9	9,8	1,4	20,9
E1	nd	11,3	27,4	455,5	10,0	11,5	6,3	91,6	26,2	nd	69,2	7,9	20,9	140,4	20,5	nd	73,1	8,2	nd	nd
	Cd	Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Yb	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
EA4	22,4	11,1	nd	19,8	9,5	46,8	106,8	24,6	49,4	24,8	7,2	nd	nd	nd	nd	39,7	56,0	51,5	27,4	7,0
EA3	nd	30,4	14,5	6,8	nd	48,8	105,7	23,7	48,3	24,8	nd	nd	nd	nd	nd	3,8	39,6	44,3	14,9	nd
EA2	nd	11,4	nd	20,2	nd	45,5	107,3	23,1	43,4	25,5	nd	nd	nd	nd	nd	16,1	71,8	87,2	19,6	13,3
EA1	nd	14,7	nd	nd	nd	45,6	100,9	27,5	49,0	26,1	nd	nd	nd	nd	nd	8,2	51,3	46,4	20,8	11,6
TV1	nd	21,6	19,7	15,9	nd	38,2	193,0	34,5	67,3	31,7	nd	nd	nd	nd	nd	5,2	62,1	71,5	18,9	17,7
L4	7,9	3,7	nd	24,3	nd	33,9	78,7	26,5	50,4	25,8	nd	nd	nd	nd	nd	10,8	46,2	63,5	15,4	4,3
L3	19,1	21,2	5,4	nd	nd	37,6	82,6	25,6	52,3	26,3	nd	nd	nd	nd	nd	25,4	59,1	67,4	18,2	18,6
L2	nd	nd	nd	nd	nd	35,8	83,6	25,5	52,4	23,8	nd	nd	nd	nd	nd	9,5	51,0	55,1	18,9	16,9
L1	nd	5,5	nd	30,1	nd	35,1	81,7	23,1	51,5	23,8	nd	nd	nd	nd	nd	21,9	56,2	78,1	15,6	12,9
E4	9,8	16,6	10,9	12,8	nd	36,6	83,7	26,8	52,4	24,2	9,5	nd	nd	nd	nd	18,4	58,0	70,7	24,8	nd
E3	16,5	17,3	nd	21,2	9,2	37,9	89,4	29,8	51,5	26,2	nd	nd	nd	nd	nd	22,7	71,9	127,1	20,9	23,5
E2	23,0	15,4	nd	16,1	nd	38,6	87,1	19,8	56,2	26,9	nd	nd	nd	nd	nd	7,8	66,3	6,0	17,7	26,4
E1	10,8	19,9	11,6	16,7	nd	37,2	85,5	24,1	46,7	22,2	7,5	nd	nd	nd	nd	18,4	57,7	40,2	18,1	12,0

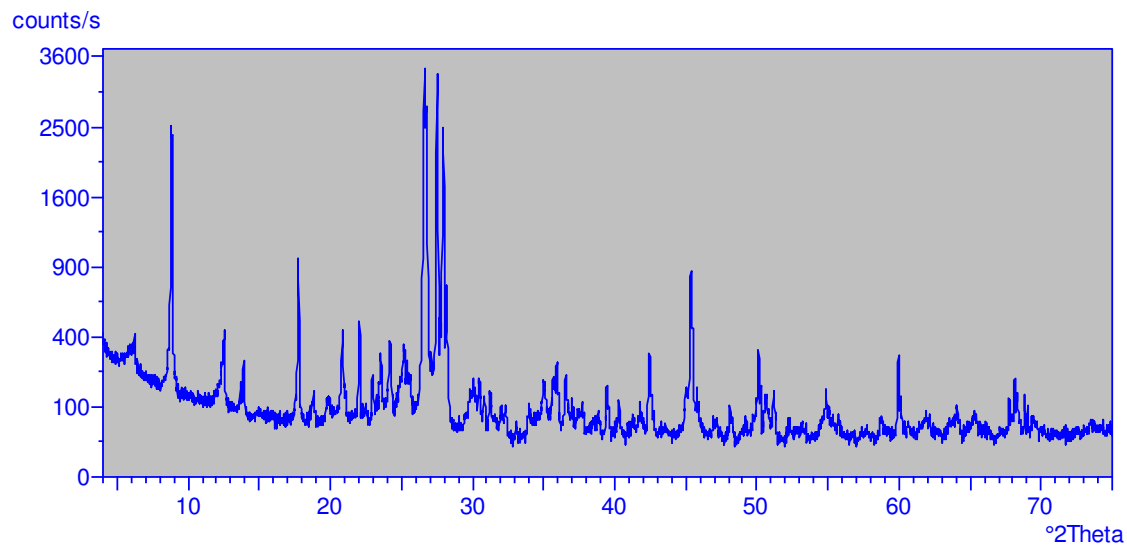
ANEXO III

Difractogramas

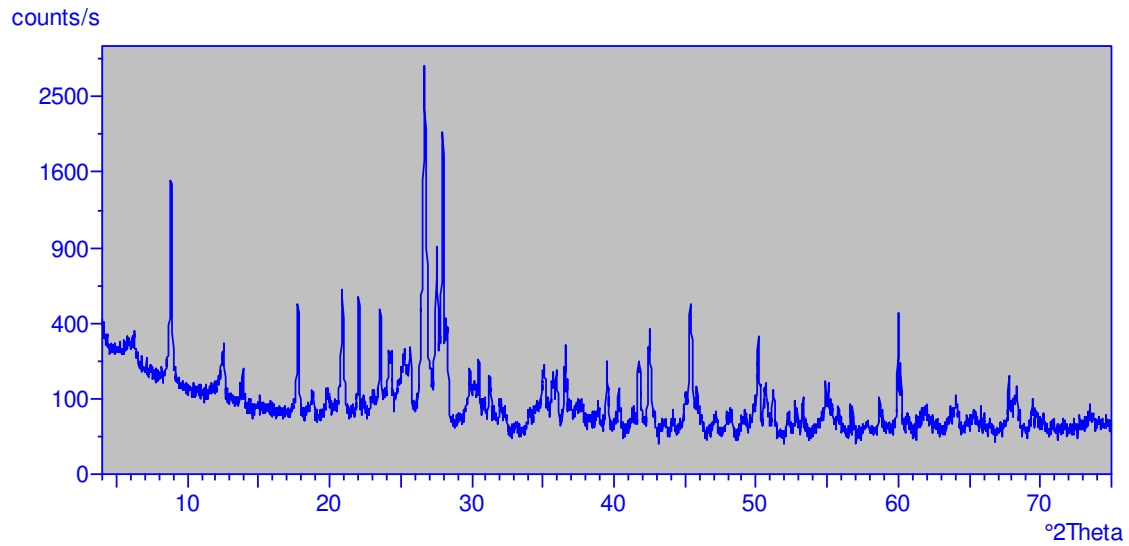
Amostra – Escombro E1



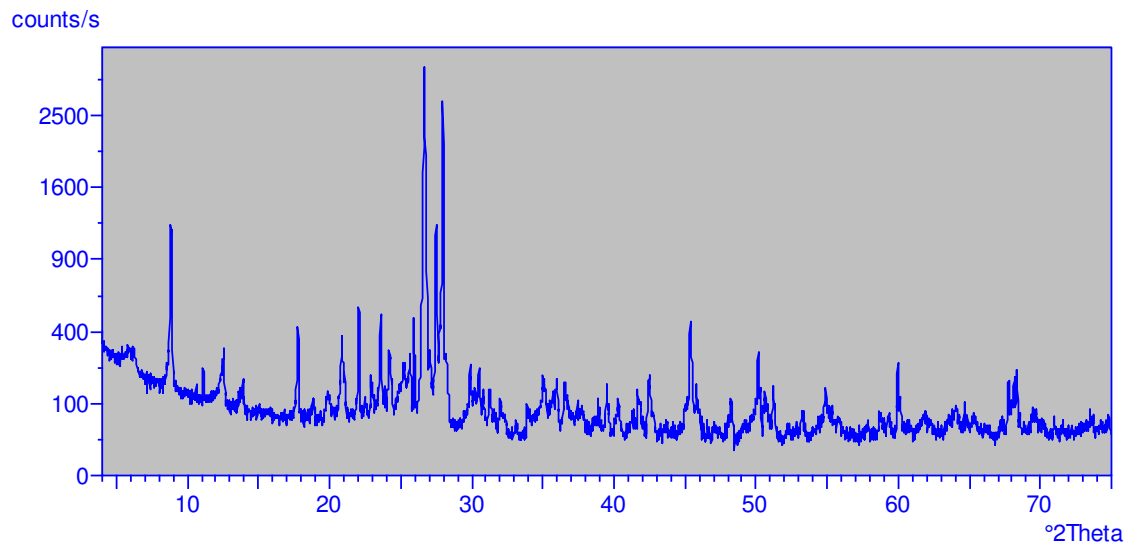
Amostra – Escombro E2



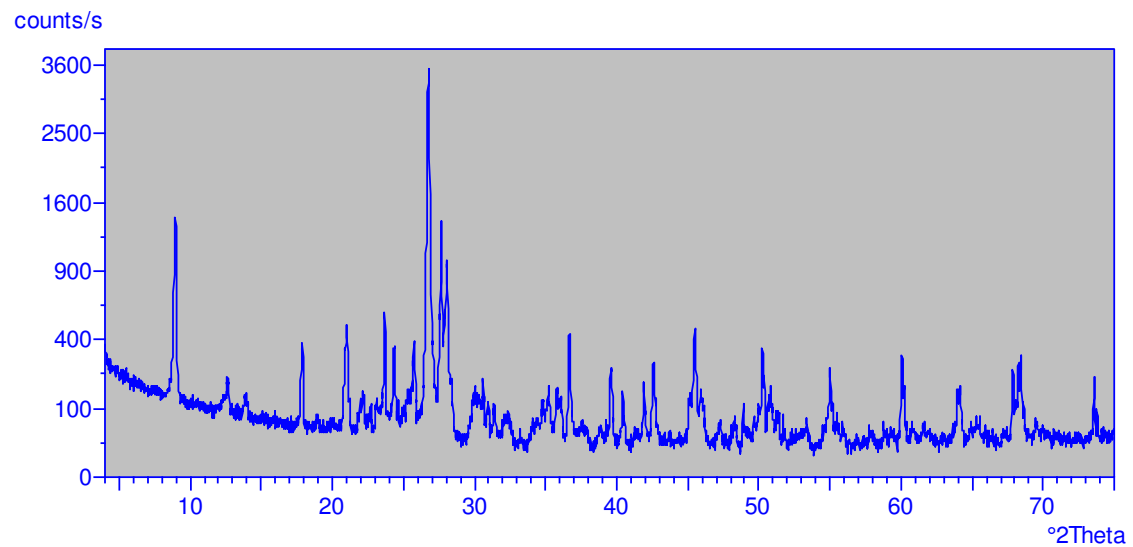
Amostra – Escombro E3



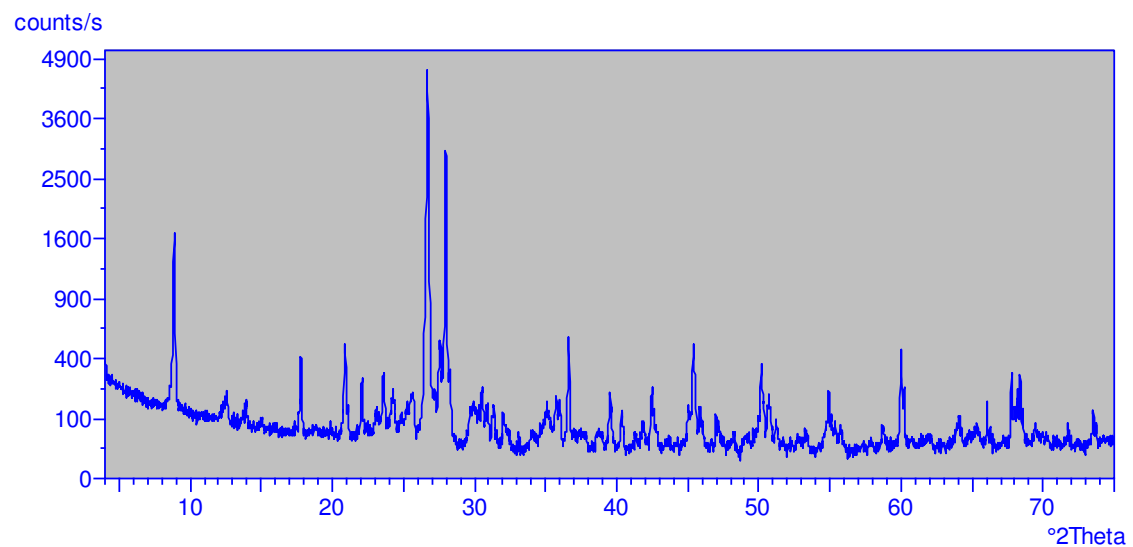
Amostra – Escombro E4



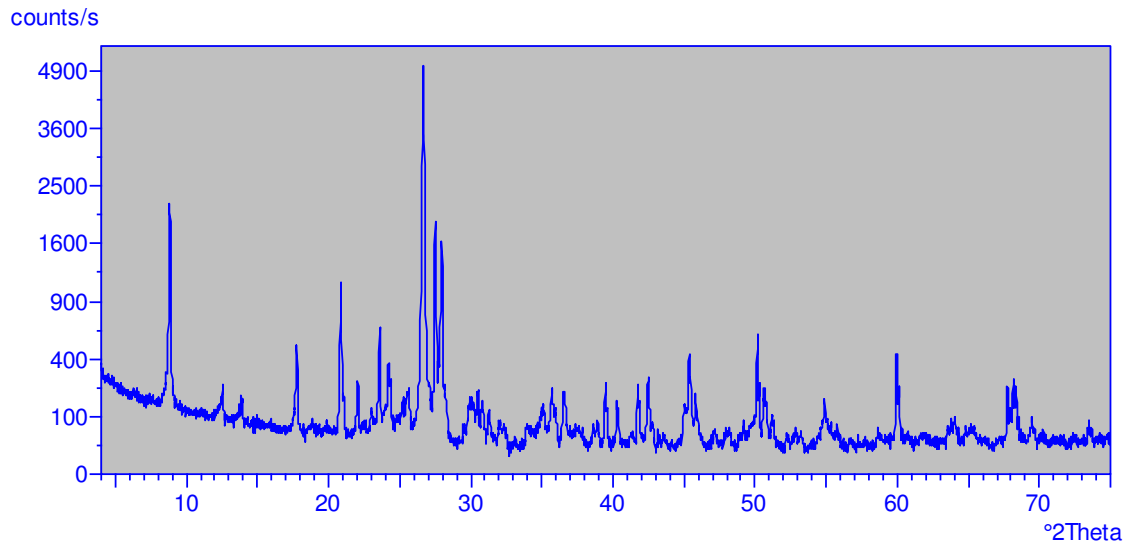
Amostra – Escombro EA1



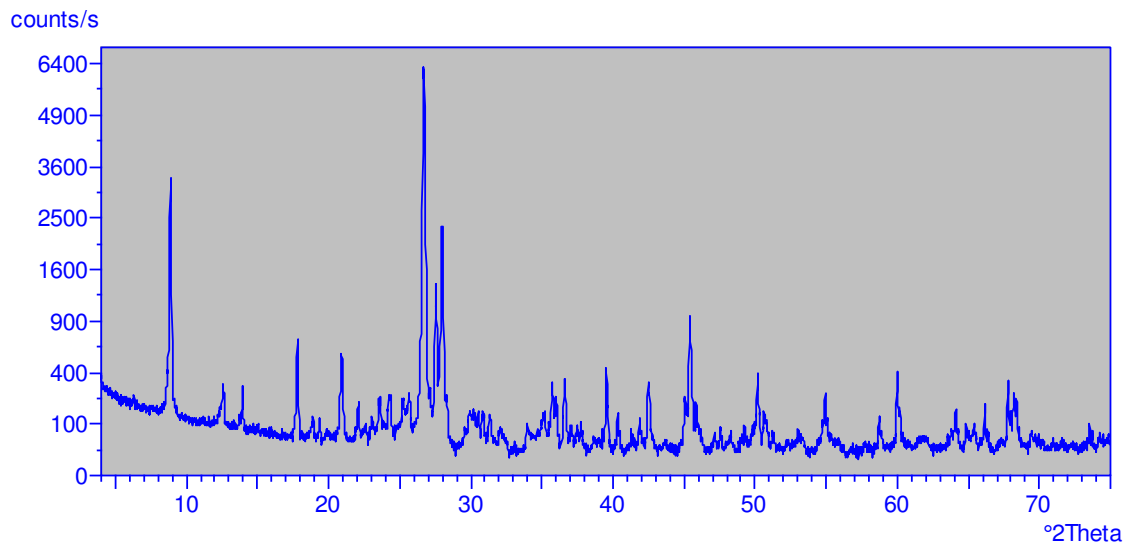
Amostra – Escombro EA2



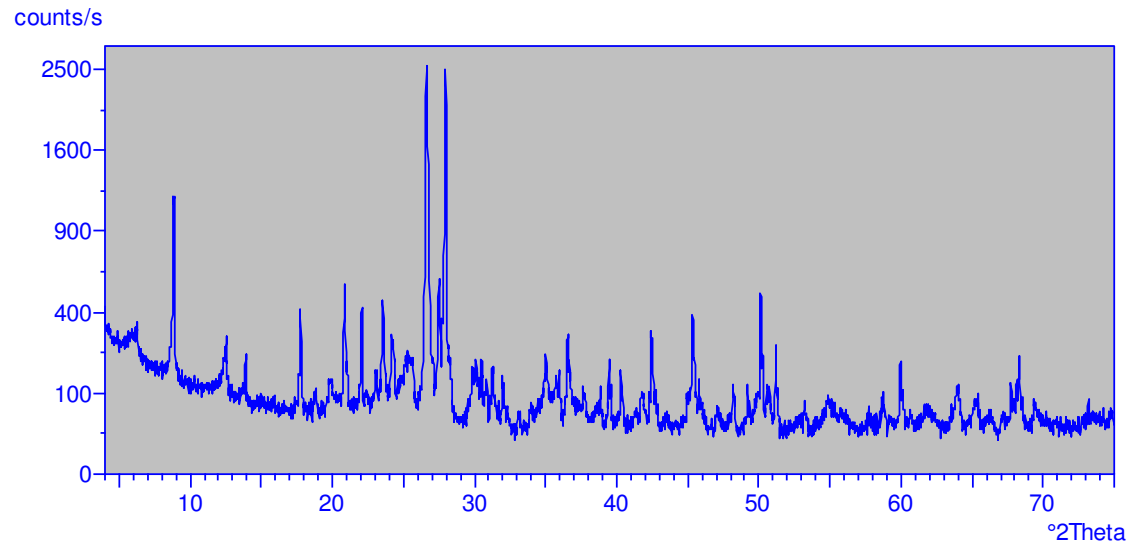
Amostra – Escombro EA3



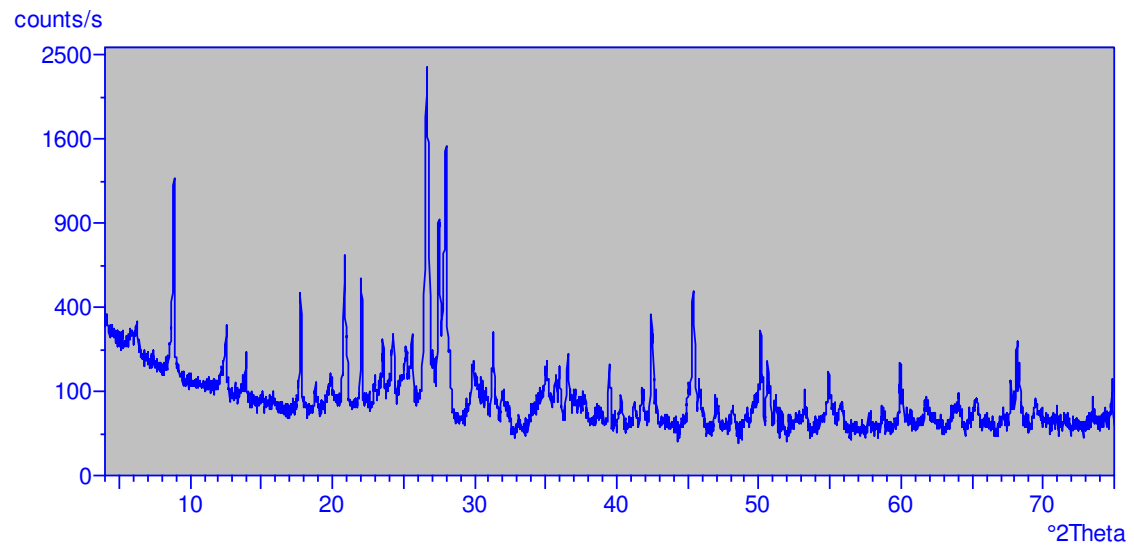
Amostra – Escombro EA4



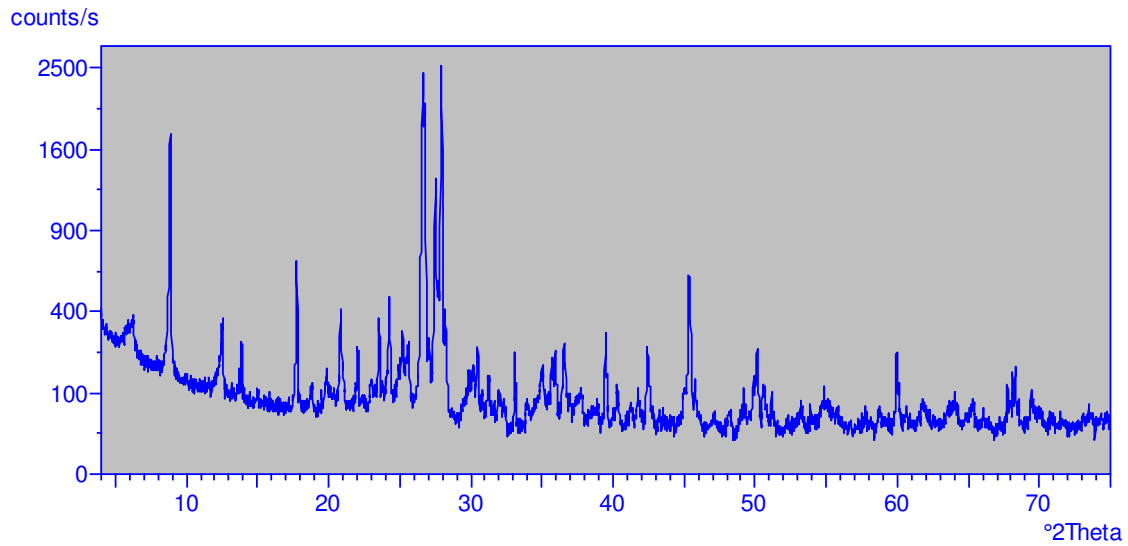
Amostra – Lama L1



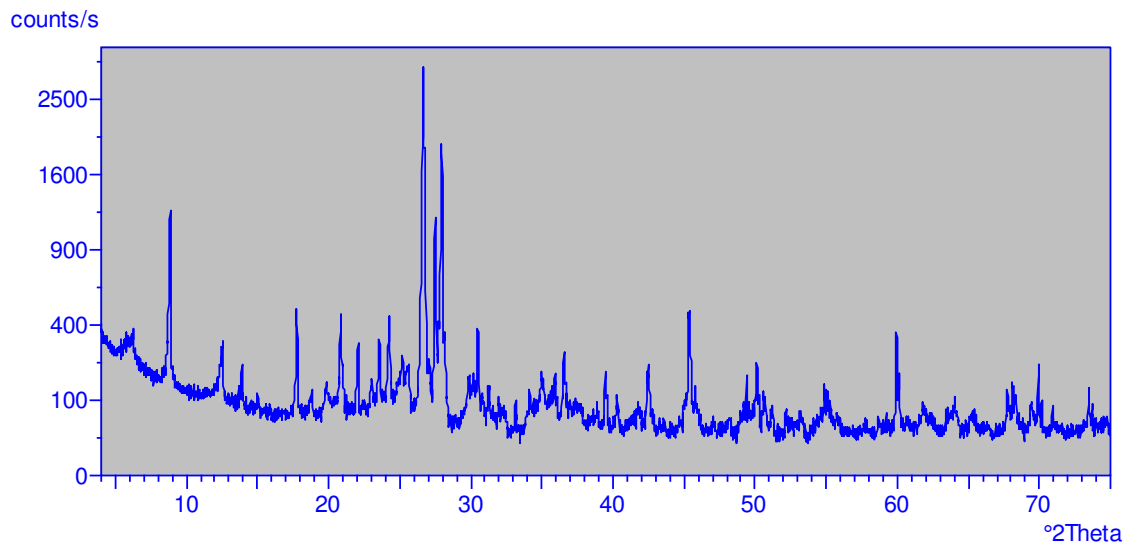
Amostra – Lama L2



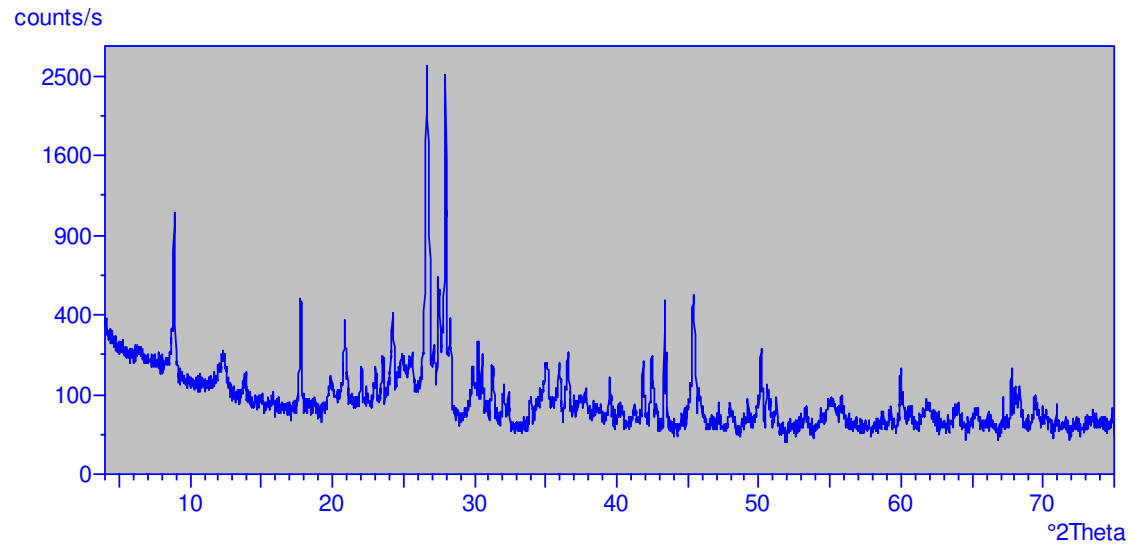
Amostra – Lama L3



Amostra – Lama L4



Amostra – Terra Vegetal TV



ANEXO IV

Cálculo da Expansibilidade

Cálculo da expansibilidade das amostras L1 e L2

Amostra	L1	
l_0	0,015	
Tempo	Hora	Leitura (mm)
0h:00m	8.58	0,125
0h:01m	8.59	0,225
0h:02m	9.00	0,30
0h:03m	9.01	0,335
0h:04m	9.02	0,415
0h:05m	9.03	0,69
0h:10m	9.08	1,80
0h:15m	9.13	2,41
0h:20m	9.18	2,74
0h:35m	9.33	3,16
0h:50m	9.48	3,30
1h:05m	10.03	3,37
1h:20m	10.18	3,41
2h:20m	11.18	3,46
3h:20m	12.18	3,48
4h:20 m	13.18	3,485
5h:20m	14.18	3,49
6h: 20m	15.18	3,49
07h:20m	16.18	3,49
08h:20m	17.18	3,49
$E=(l_f-l_0)/15 \times 100 =$		23,17%

Amostra	L2	
l_0	0,005	
Tempo	Hora	Leitura (mm)
0h:00m	9.20	0,035
0h:01m	9.21	0,08
0h:02m	9.22	0,145
0h:03m	9.23	0,18
0h:04m	9.24	0,22
0h:05m	9.25	0,28
0h:10m	9.30	1,17
0h:15m	9.35	1,87
0h:20m	9.40	2,275
0h:35m	9.55	2,70
0h:50m	10.10	2,825
1h:05m	10.25	2,89
1h:20m	10.40	2,935
2h:20m	11.40	3,00
3h:20m	12.40	3,02
4h:20 m	13.40	3,04
5h:20m	14.40	3,05
6h: 20m	15.40	3,05
07h:20m	16.40	3,05
08h:20m	17.40	3,05
$E=(l_f-l_0)/15 \times 100 =$		20,30%

Cálculo da expansibilidade das amostras L3 e L4

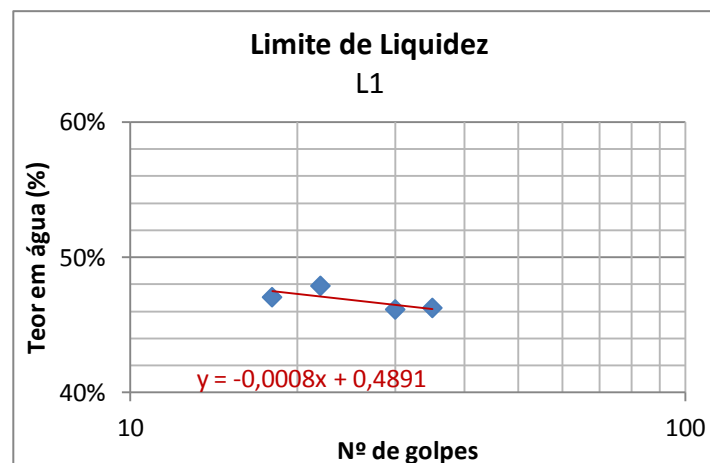
Amostra	L3	
l_0	0,08	
Tempo	Hora	Leitura (mm)
0h:00m	8.52	0,13
0h:01m	8.53	0,21
0h:02m	8.54	0,30
0h:03m	8.55	0,38
0h:04m	8.56	0,46
0h:05m	8.57	0,49
0h:10m	9.02	1,53
0h:15m	9.07	2,31
0h:20m	9.13	2,79
0h:35m	9.28	3,35
0h:50m	9.43	3,65
1h:05m	9.57	3,75
1h:20m	10.12	3,81
2h:20m	11.12	3,90
3h:20m	12.12	3,955
4h:20 m	13.12	3,96
5h:20m	14.12	3,97
6h: 20m	15.12	3,97
07h:20m	16.12	3,97
08h:20m	17.12	3,97
$E = (l_f - l_0) / 15 \times 100 =$		25,93%

Amostra	L4	
l_0	0,055	
Tempo	Hora	Leitura (mm)
0h:00m	8.57	0,09
0h:01m	8.58	0,15
0h:02m	8.59	0,20
0h:03m	9.00	0,22
0h:04m	9.01	0,225
0h:05m	9.02	0,29
0h:10m	9.07	0,94
0h:15m	9.12	1,50
0h:20m	9.17	1,90
0h:35m	9.32	2,45
0h:50m	9.47	2,63
1h:05m	10.02	2,67
1h:20m	10.17	2,69
2h:20m	11.17	2,76
3h:20m	12.17	2,79
4h:20 m	13.17	2,80
5h:20m	14.17	2,82
6h: 20m	15.17	2,845
07h:20m	16.17	2,845
08h:20m	17.17	2,845
$E = (l_f - l_0) / 15 \times 100 =$		18,60%

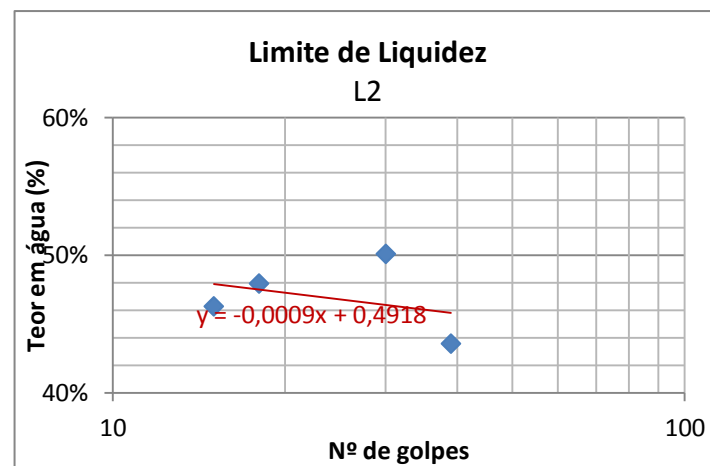
ANEXO V

Cálculo Limites de Liquidez (LL) e Plasticidade (LP)

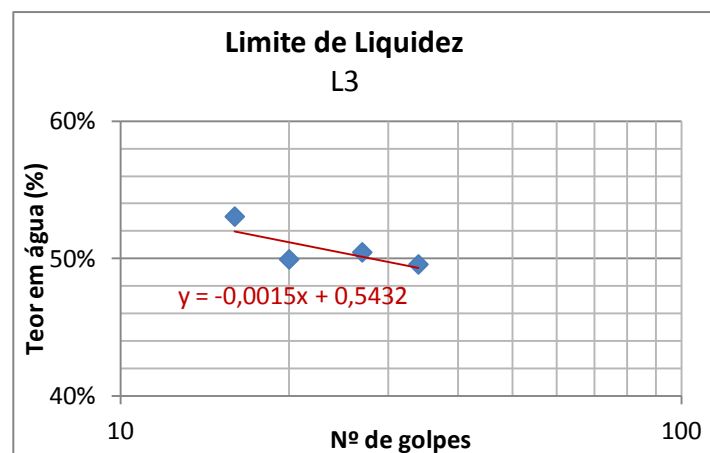
Amostra		L1			
Nº de cápsula		A	B	C	D
m ₁	Massa cápsula (g)	18,8297	21,6615	28,9808	19,2498
m ₂	Massa cápsula + amostra húmida (g)	24,0410	25,0482	32,7576	22,4443
m ₃	Massa cápsula + amostra seca (g)	22,3734	23,9770	31,5650	21,4098
$W_s = m_3 - m_1$	Massa amostra seca (g)	3,5437	2,3155	2,5842	2,1600
$W_w = m_2 - m_3$	Massa água (g)	1,6676	1,0712	1,1926	1,0345
$\frac{W_w}{W_s} \times 100$	Teor em água (%)	47,06%	46,26%	46,15%	47,89%
Nº golpes		18	35	30	22
LL		46,91%			



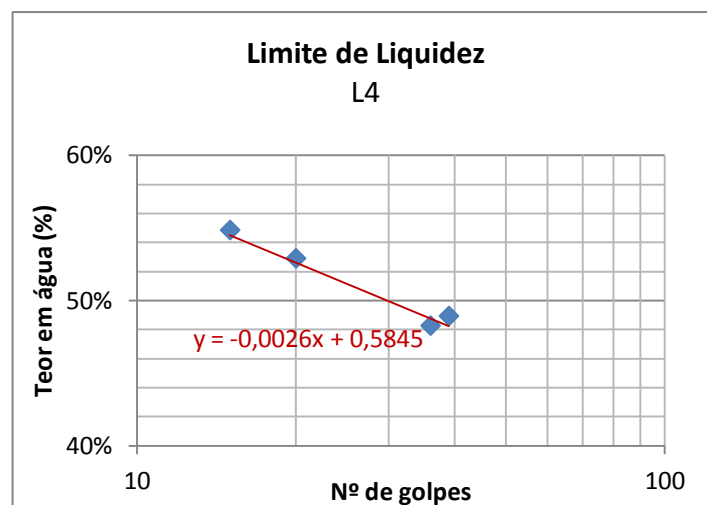
Amostra		L2			
Nº de cápsula		A	B	C	D
m_1	Massa cápsula (g)	21,8148	21,8946	21,3544	19,0992
m_2	Massa cápsula + amostra húmida (g)	24,1619	25,6784	24,5090	23,2222
m_3	Massa cápsula + amostra seca (g)	23,4192	24,5298	23,4561	21,8860
$W_s = m_3 - m_1$	Massa amostra seca (g)	1,6044	2,6352	2,1017	2,7868
$W_w = m_2 - m_3$	Massa água (g)	0,7427	1,1486	1,0529	1,3362
$W_w/W_s \times 100$	Teor em água (%)	46,29%	43,59%	50,10%	47,95%
Nº golpes		15	39	30	18
LL		46,93%			



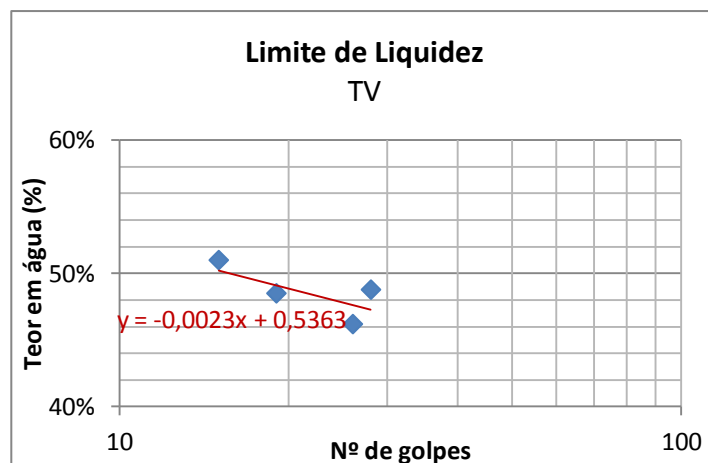
Amostra		L3			
Nº de cápsula		A	B	C	D
m ₁	Massa cápsula (g)	22,8742	27,4497	28,6292	28,1934
m ₂	Massa cápsula + amostra húmida (g)	26,1220	30,3615	31,1446	31,0236
m ₃	Massa cápsula + amostra seca (g)	25,0331	29,3919	30,3111	30,0427
$W_s = m_3 - m_1$	Massa amostra seca (g)	2,1589	1,9422	1,6819	1,8493
$W_w = m_2 - m_3$	Massa água (g)	1,0889	0,9696	0,8335	0,9809
$\frac{W_w}{W_s} \times 100$	Teor em água (%)	50,44%	49,92%	49,56%	53,04%
Nº golpes		27	20	34	16
LL		50,57%			



Amostra		L4			
Nº de cápsula		A	B	C	D
m_1	Massa cápsula (g)	18,0218	22,6005	22,7305	23,7712
m_2	Massa cápsula + amostra húmida (g)	21,2957	26,2091	26,1011	26,8149
m_3	Massa cápsula + amostra seca (g)	20,2299	24,9309	24,9349	25,8149
$W_s = m_3 - m_1$	Massa amostra seca (g)	2,2081	2,3304	2,2044	2,0437
$W_w = m_2 - m_3$	Massa água (g)	1,0658	1,2782	1,1662	1,0000
$W_w/W_s \times 100$	Teor em água (%)	48,27%	54,85%	52,90%	48,93%
Nº golpes		36	15	20	39
LL		51,95%			



Amostra		TV			
Nº de cápsula		A	B	C	D
m_1	Massa cápsula (g)	12,8875	14,4147	15,3709	13,2539
m_2	Massa cápsula + amostra húmida (g)	18,1478	17,2410	19,2798	16,2428
m_3	Massa cápsula + amostra seca (g)	16,3711	16,3143	18,0030	15,2983
$W_s = m_3 - m_1$	Massa amostra seca (g)	3,4836	1,8996	2,6321	2,0444
$W_w = m_2 - m_3$	Massa água (g)	1,7767	0,9267	1,2768	0,9445
$W_w/W_s \times 100$	Teor em água (%)	51,00%	48,78%	48,51%	46,20%
Nº golpes		15	28	19	26
LL		47,88%			



Amostra		L1			
Nº cápsula		A	B	C	D
m ₁	Massa cápsula (g)	19,7215	17,6748	18,7433	18,8187
m ₂	Massa cápsula + amostra húmida (g)	21,0101	19,5658	20,6883	21,1970
m ₃	Massa cápsula + amostra seca (g)	20,6970	19,1049	20,2213	20,6048
W _s = m ₃ - m ₁	Massa amostra seca (g)	0,9755	1,4301	1,4780	1,7861
W _w = m ₂ - m ₃	Massa água (g)	0,3131	0,4609	0,4670	0,5922
W _w /W _s x 100	Teor em água (%)	32,10%	32,23%	31,60%	33,16%
LP - Média dos teores em água		32,27%			

Amostra		L2			
Nº cápsula		A	B	C	D
m ₁	Massa cápsula (g)	22,7087	17,6185	17,4970	22,8880
m ₂	Massa cápsula + amostra húmida (g)	23,8768	18,9476	19,5099	24,6814
m ₃	Massa cápsula + amostra seca (g)	23,6077	18,6470	19,0466	24,2553
W _s = m ₃ - m ₁	Massa amostra seca (g)	0,8990	1,0285	1,5496	1,3673
W _w = m ₂ - m ₃	Massa água (g)	0,2691	0,3006	0,4633	0,4261
W _w /W _s x 100	Teor em água (%)	29,93%	29,23%	29,90%	31,16%
LP - Média dos teores em água		30,06%			

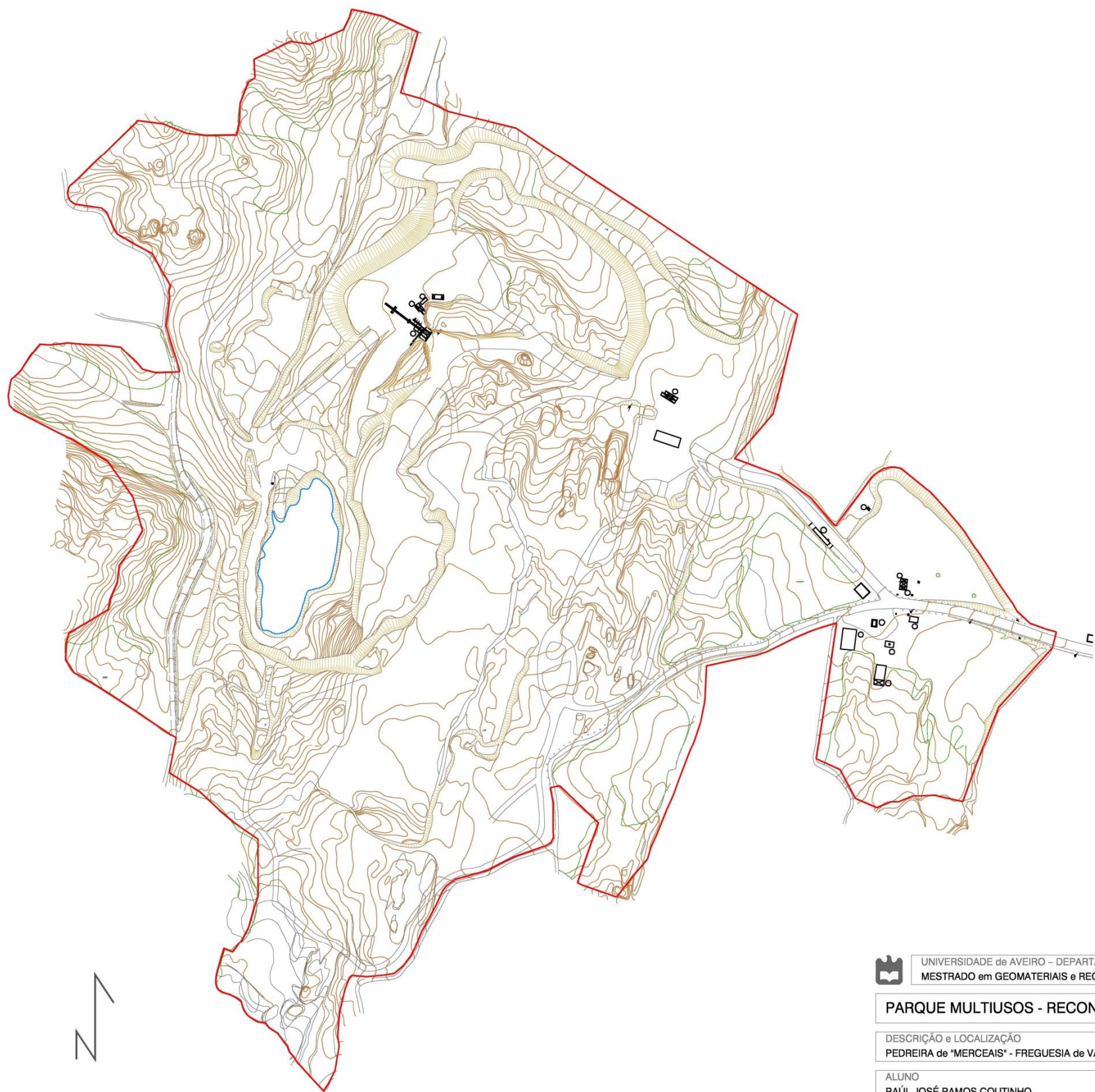
Amostra		L3			
Nº cápsula		A	B	C	D
m ₁	massa cápsula (g)	16,8013	22,6922	23,6651	18,8525
m ₂	massa cápsula + amostra húmida (g)	20,0580	25,9587	27,4865	22,9619
m ₃	massa cápsula + amostra seca (g)	19,2002	25,1462	26,5342	21,9049
$W_s = m_3 - m_1$	massa amostra seca (g)	2,3989	2,4540	2,8691	3,0524
$W_w = m_2 - m_3$	massa água (g)	0,8578	0,8125	0,9523	1,0570
$\frac{W_w}{W_s} \times 100$	teor em água (%)	35,76%	33,11%	33,19%	34,63%
LP - Média dos teores em água		34,17%			

Amostra		L4			
Nº cápsula		A	B	C	D
m ₁	massa cápsula (g)	22,7745	23,8073	23,7723	23,1074
m ₂	massa cápsula + amostra húmida (g)	25,3546	25,7490	25,7552	25,7993
m ₃	massa cápsula + amostra seca (g)	24,7132	25,2848	25,2716	25,0620
$W_s = m_3 - m_1$	massa amostra seca (g)	1,9387	1,4775	1,4993	1,9546
$W_w = m_2 - m_3$	massa água (g)	0,6414	0,4642	0,4836	0,7373
$\frac{W_w}{W_s} \times 100$	teor em água (%)	33,08%	31,42%	32,26%	37,72%
LP - Média dos teores em água		33,62%			

Amostra		TV			
Nº cápsula		A	B	C	D
m ₁	massa cápsula (g)	14,5217	12,8945	15,3645	14,7051
m ₂	massa cápsula + amostra húmida (g)	16,4362	13,9590	17,7806	16,6553
m ₃	massa cápsula + amostra seca (g)	15,9084	13,6811	17,1989	16,1515
W _s = m ₃ - m ₁	massa amostra seca (g)	1,3867	0,7866	1,8344	1,9502
W _w = m ₂ - m ₃	massa água (g)	0,5278	0,2779	0,5817	0,5038
W _w /W _s x 100	teor em água (%)	38,06%	35,33%	31,71%	25,83%
LP - Média dos teores em água		32,73%			

ANEXO VI





UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

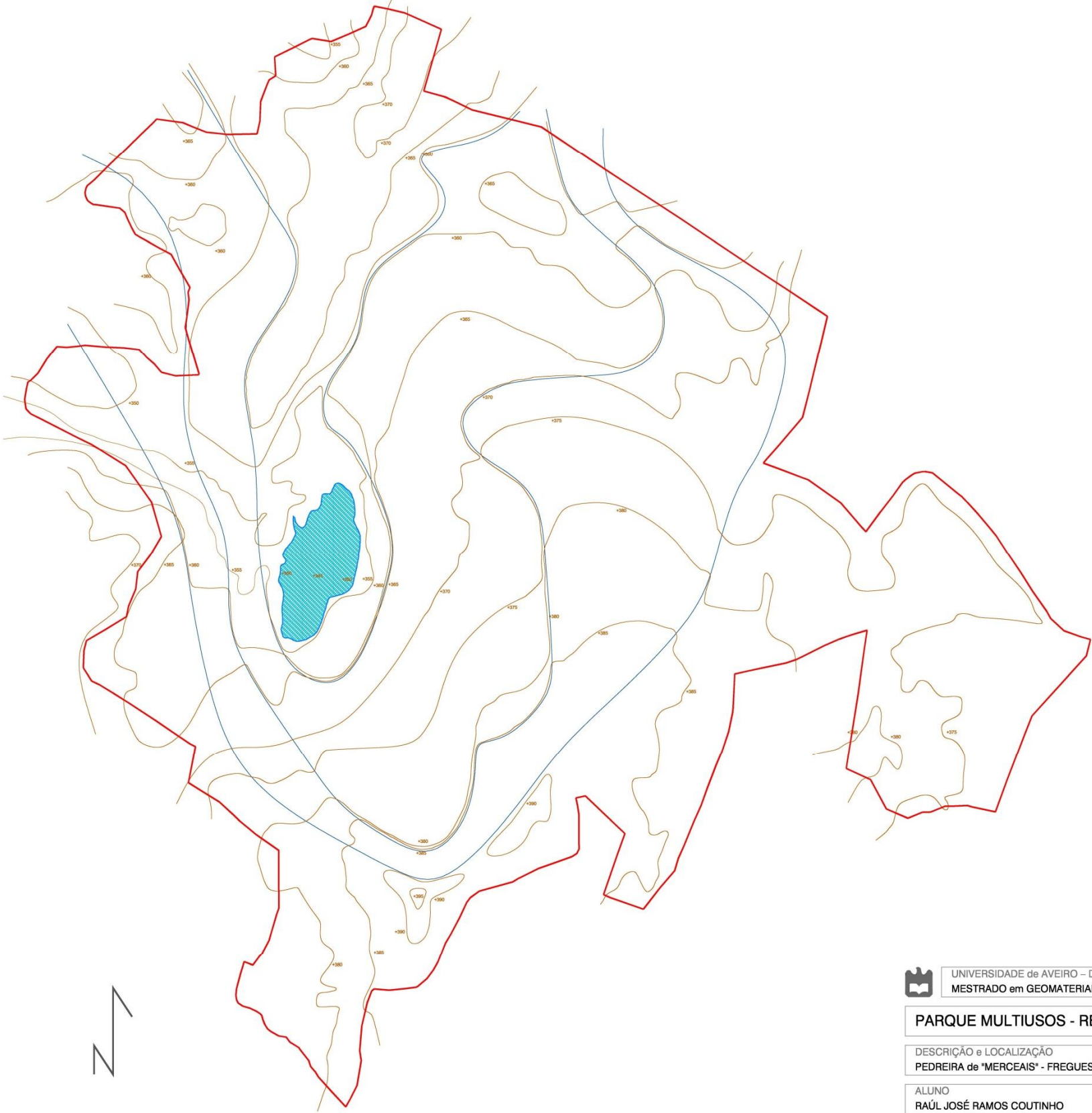
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

PLANTA
SITUAÇÃO INICIAL

002



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

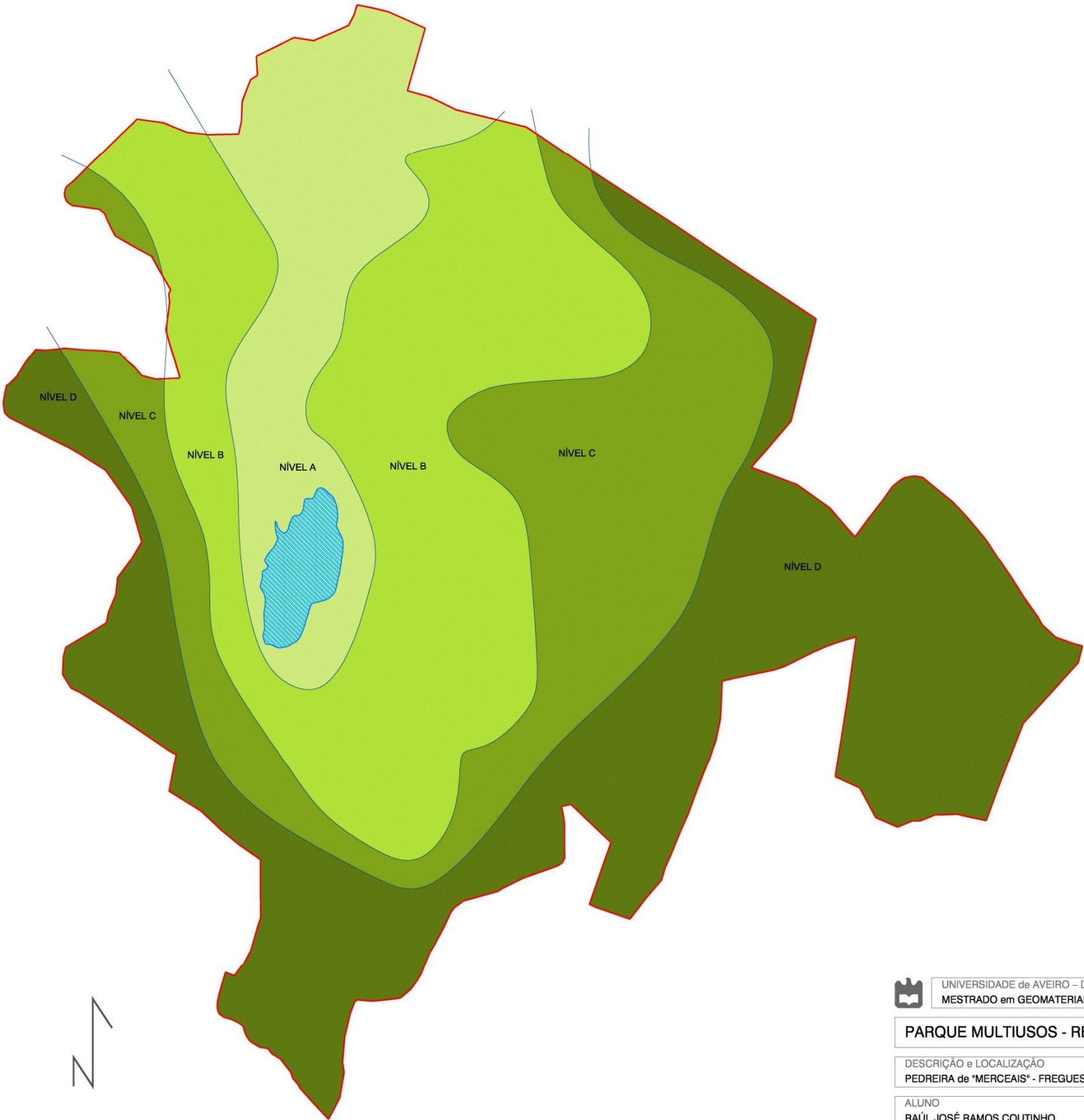
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000


PLANTA
TOPOGRAFIA

003





- LEGENDA
- 01 RECEÇÃO
 - 02 LOJA / ALUGUER de BICICLETAS
 - 03 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS
 - 04 CENTRO de INTERPRETAÇÃO
 - 05 ÁREA ADMINISTRATIVA e FORMATIVA
UNIDADE de ALOJAMENTO
 - 06 CONTROLO de ACESSOS
 - 07 ÁREA TÉCNICA
 - 08 BALNEÁRIOS
 - 09 INSTALAÇÕES HÍPICAS
 - 10 RESTAURANTE
 - 11 CAFETARIA
 - 12 INSTALAÇÕES de APOIO (MERENDAS)
 - 13 CIRCUITO PEDONAL
 - 14 CIRCUITO HÍPICO
 - 15 CIRCUITO BICICLETAS
 - 16 LAGOA
 - 17 PARQUE de MERENDAS
 - 18 ÁREA de ESCALADA
 - 19 ÁREA DESPORTIVA
 - 20 ANFITEATRO
 - 21 PARQUE INFANTIL
 - 22 PARQUE de ESTACIONAMENTO PRIVADO
 - 23 PARQUE de ESTACIONAMENTO PÚBLICO
 - 24 ABRIGO / MIRADOURO

	UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS	DATA SETEMBRO 2012
	PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA	ESCALA 1/3.000
	DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA	PROPOSTA USOS
	ALUNO RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO	005



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

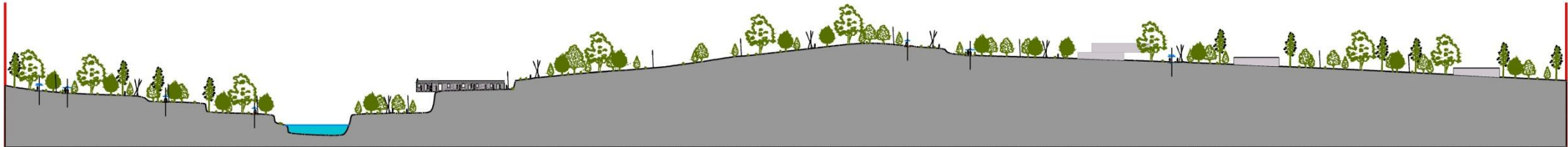
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

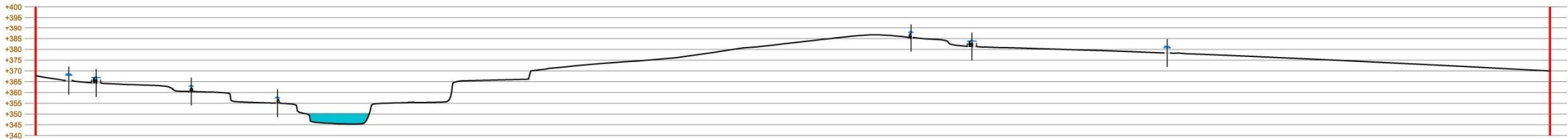
ESCALA
1/3.000

PROPOSTA
PLANTA FINAL

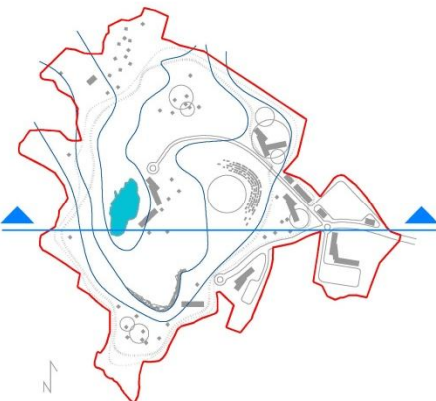
006




PROPOSTA

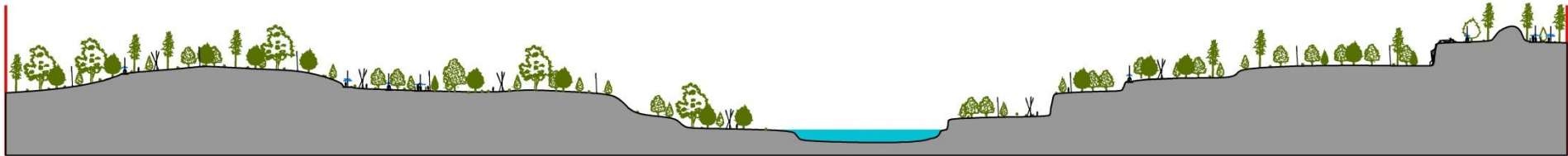


PERFIL TRANSVERSAL

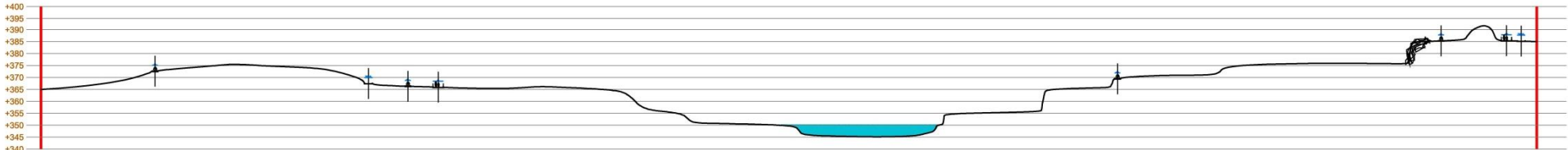


CORTE TRANSVERSAL

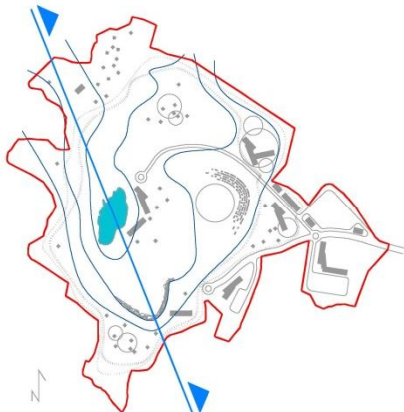
	UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS	DATA SETEMBRO 2012
	PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA	ESCALA 1/2.000
	DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA	PERFIS TRANSVERSAL
	ALUNO RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO	007




PROPOSTA

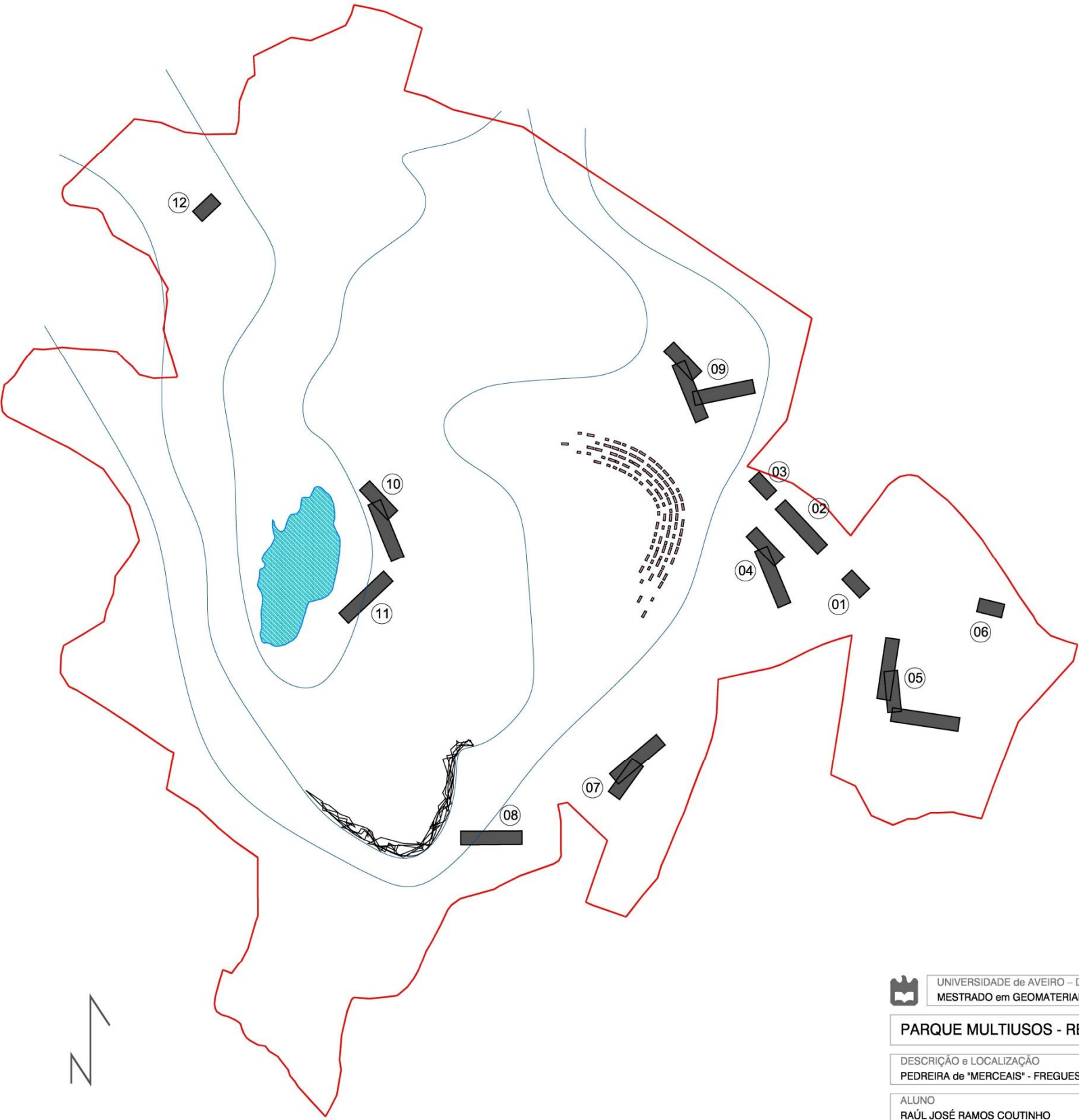


PERFIL LONGITUDINAL




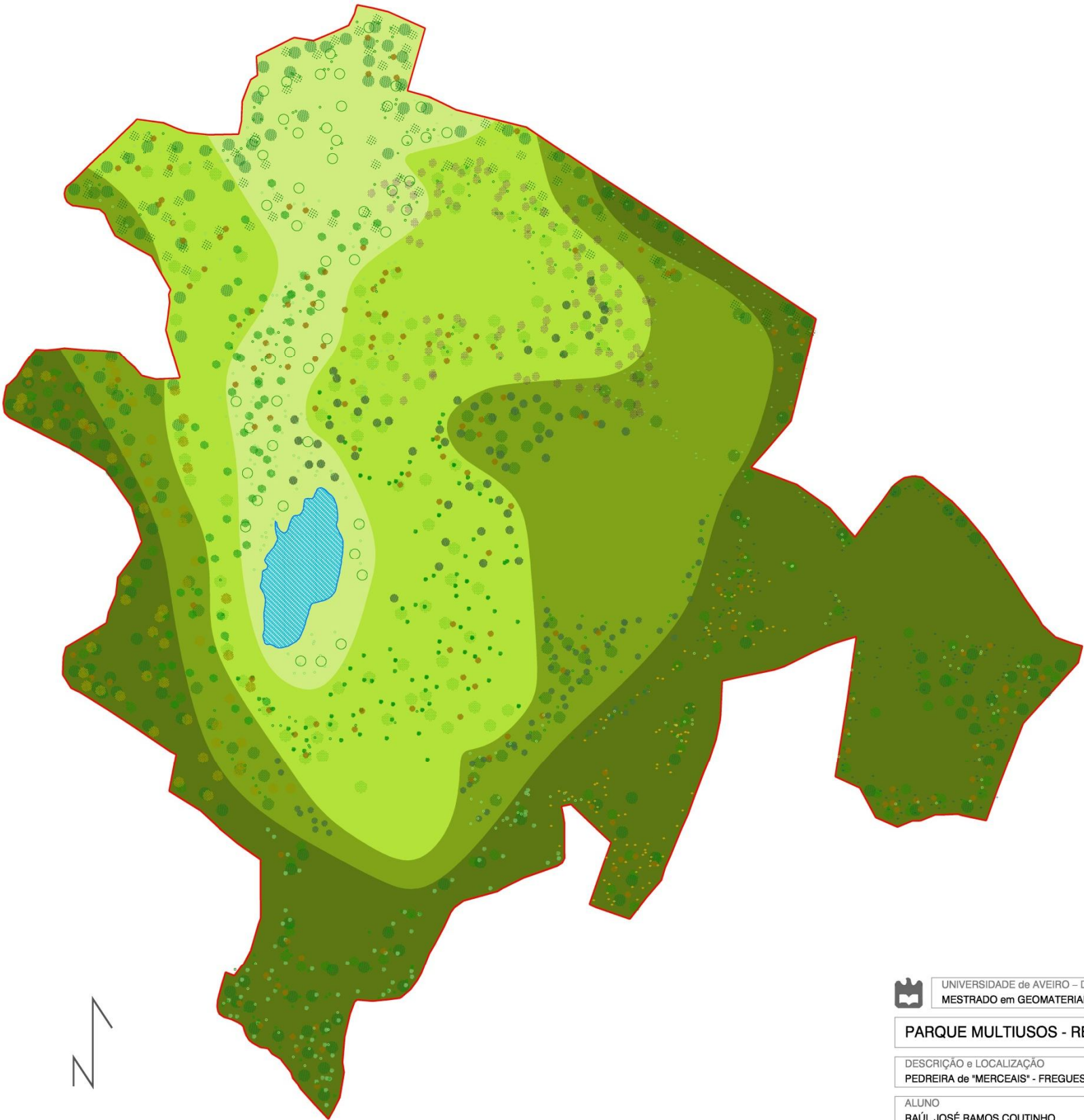
CORTE LONGITUDINAL

	UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS	DATA SETEMBRO 2012
	PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA	ESCALA 1/2.000
	DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA	PERFIS LONGITUDINAL
	ALUNO RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO	008



- LEGENDA
- 01 RECEÇÃO
 - 02 LOJA / ALUGUER de BICICLETAS
 - 03 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS
 - 04 CENTRO de INTERPRETAÇÃO
 - 05 ÁREA ADMINISTRATIVA e FORMATIVA
UNIDADE de ALOJAMENTO
 - 06 CONTROLO de ACESSOS
 - 07 ÁREA TÉCNICA
 - 08 BALNEÁRIOS
 - 09 INSTALAÇÕES HÍPICAS
 - 10 RESTAURANTE
 - 11 CAFETARIA
 - 12 INSTALAÇÕES de APOIO (MERENDAS)

	UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS	DATA SETEMBRO 2012
	PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA	ESCALA 1/3.000
	DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA	PROPOSTA EDIFICAÇÃO
	ALUNO RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO	009



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

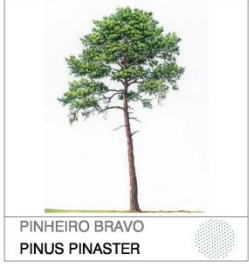
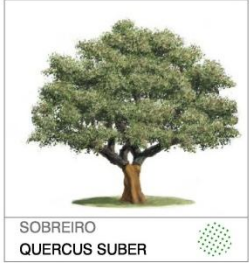
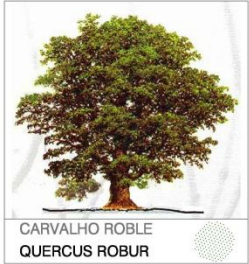
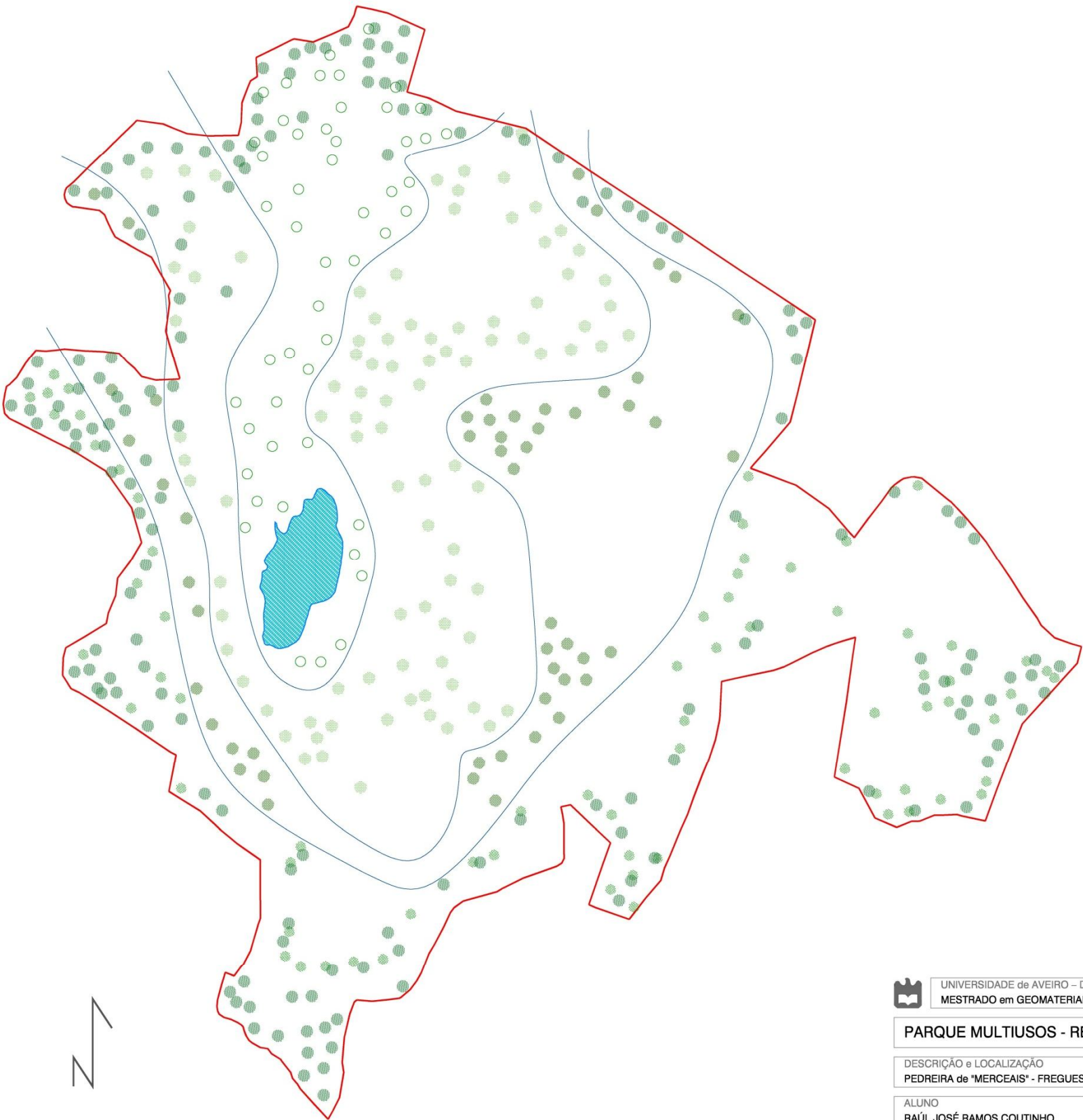
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO


DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

PROPOSTA
REVEGETAÇÃO

010



 UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

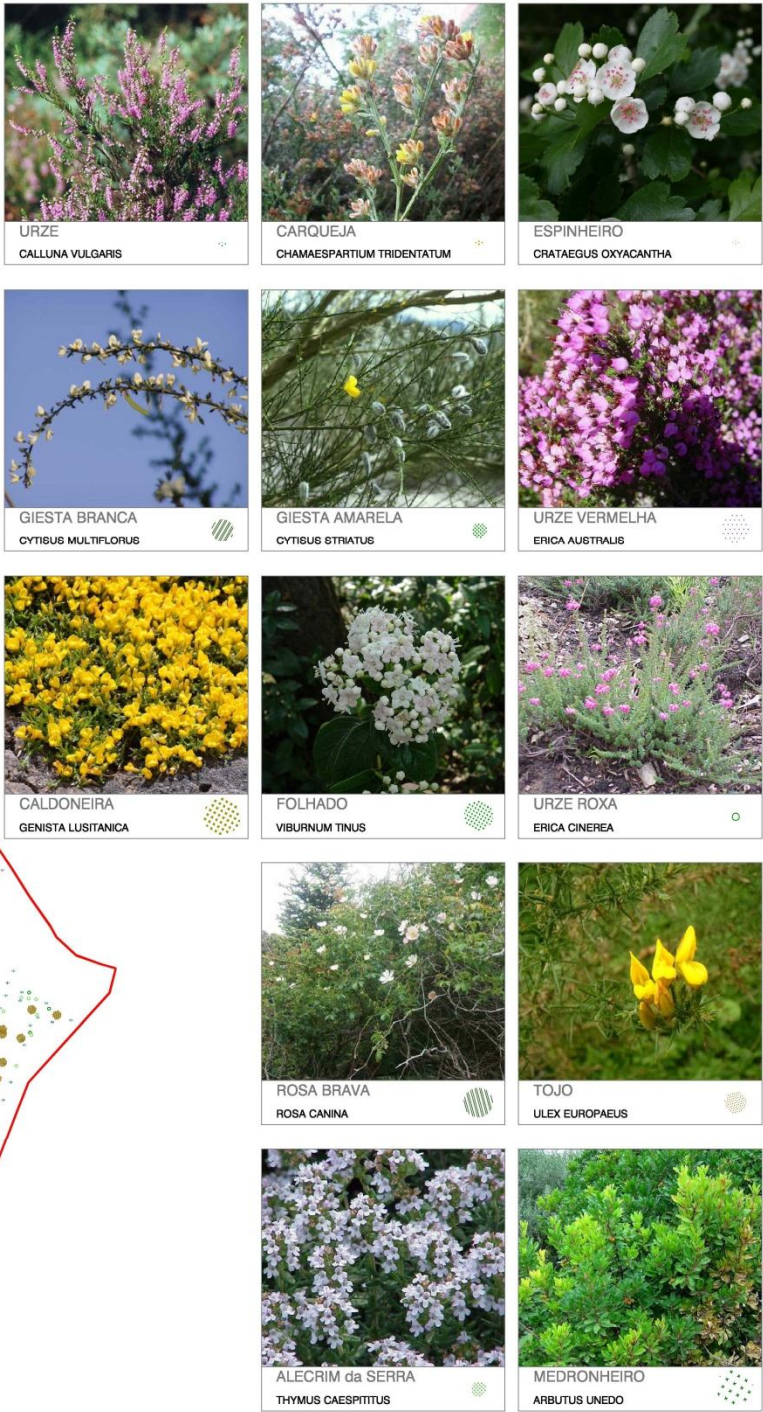
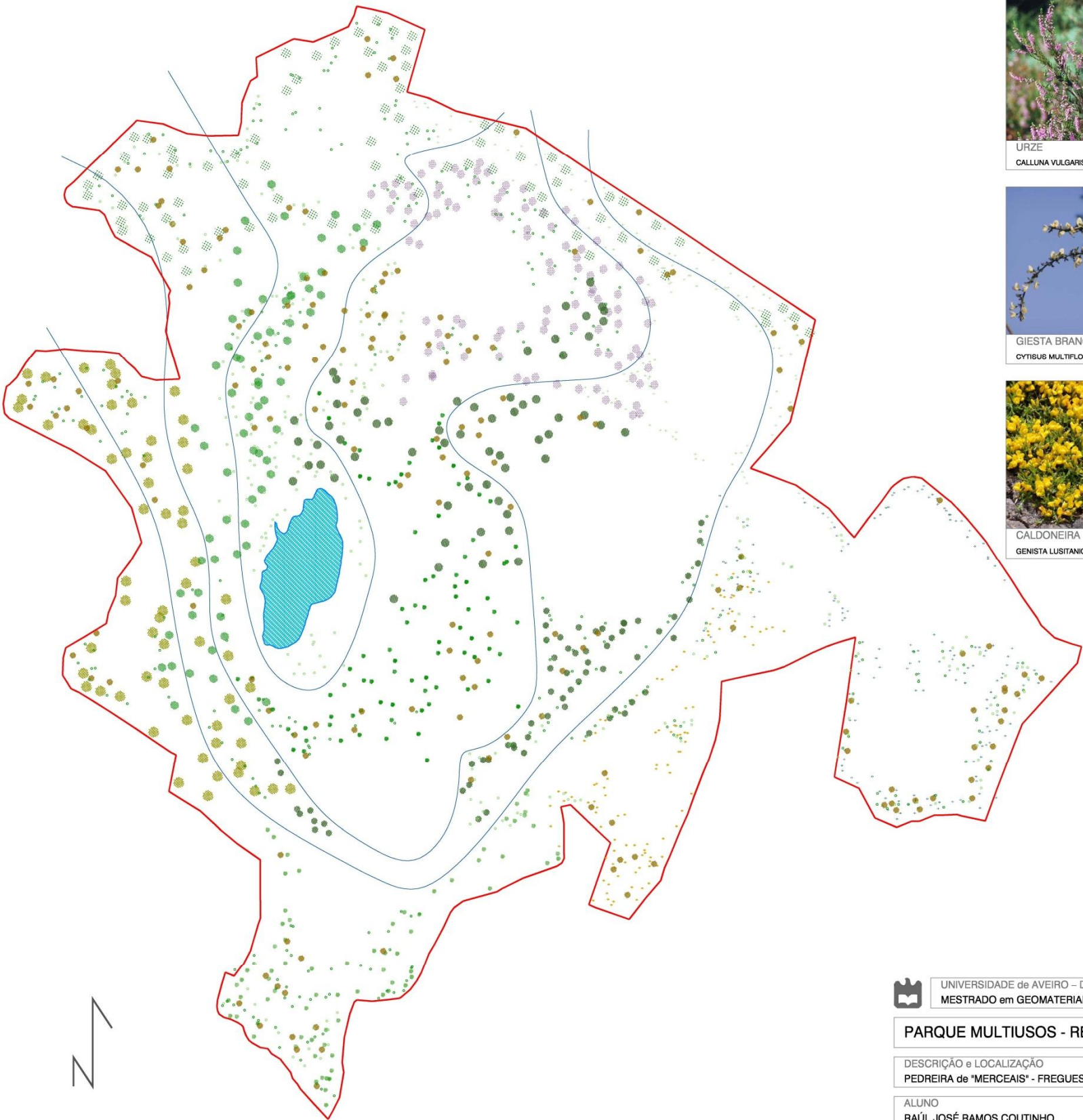
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

REVEGETAÇÃO
ARBÓREAS

011



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

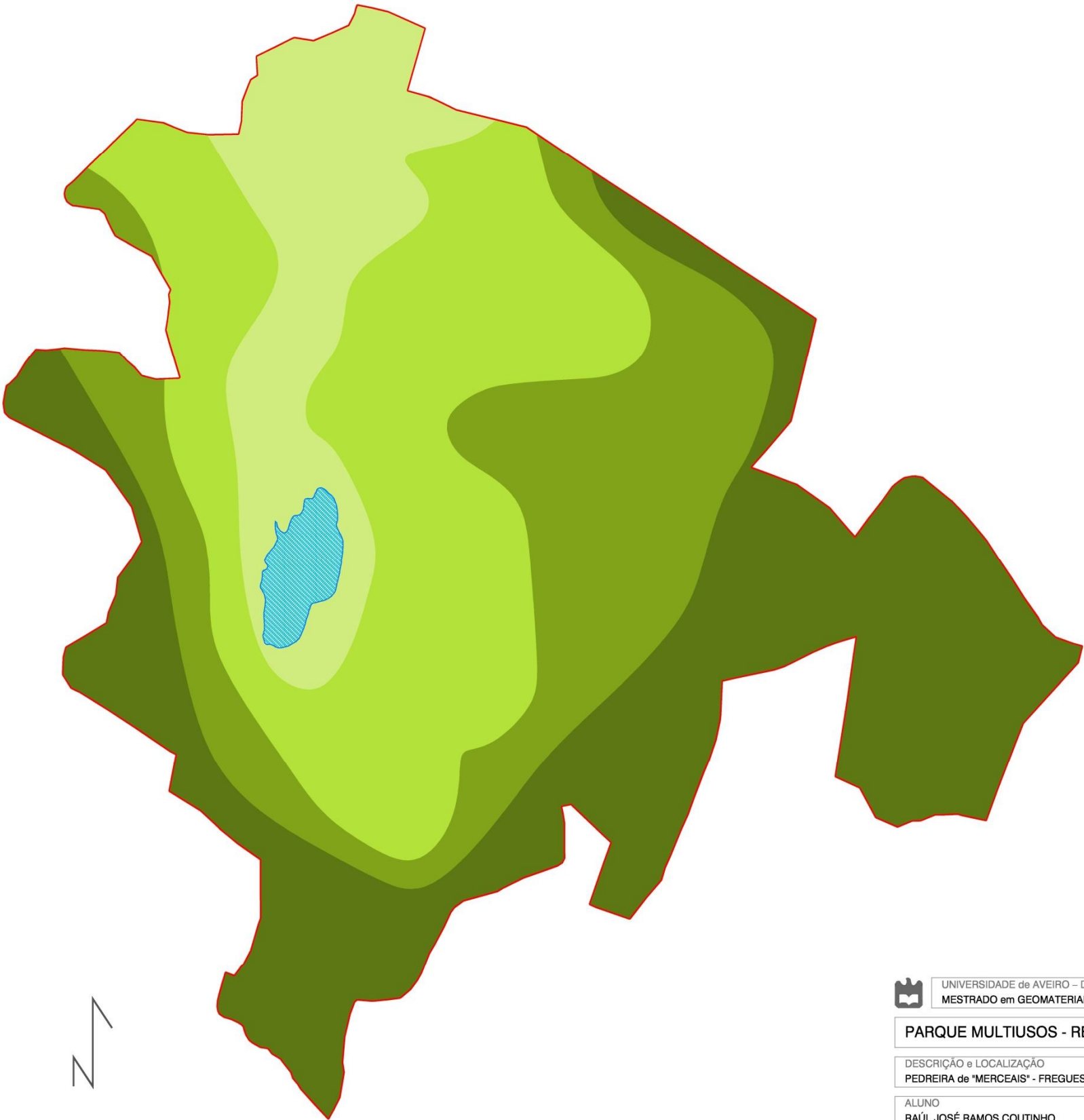
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO


DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

REVEGETAÇÃO
ARBUSTIVAS

012



 UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

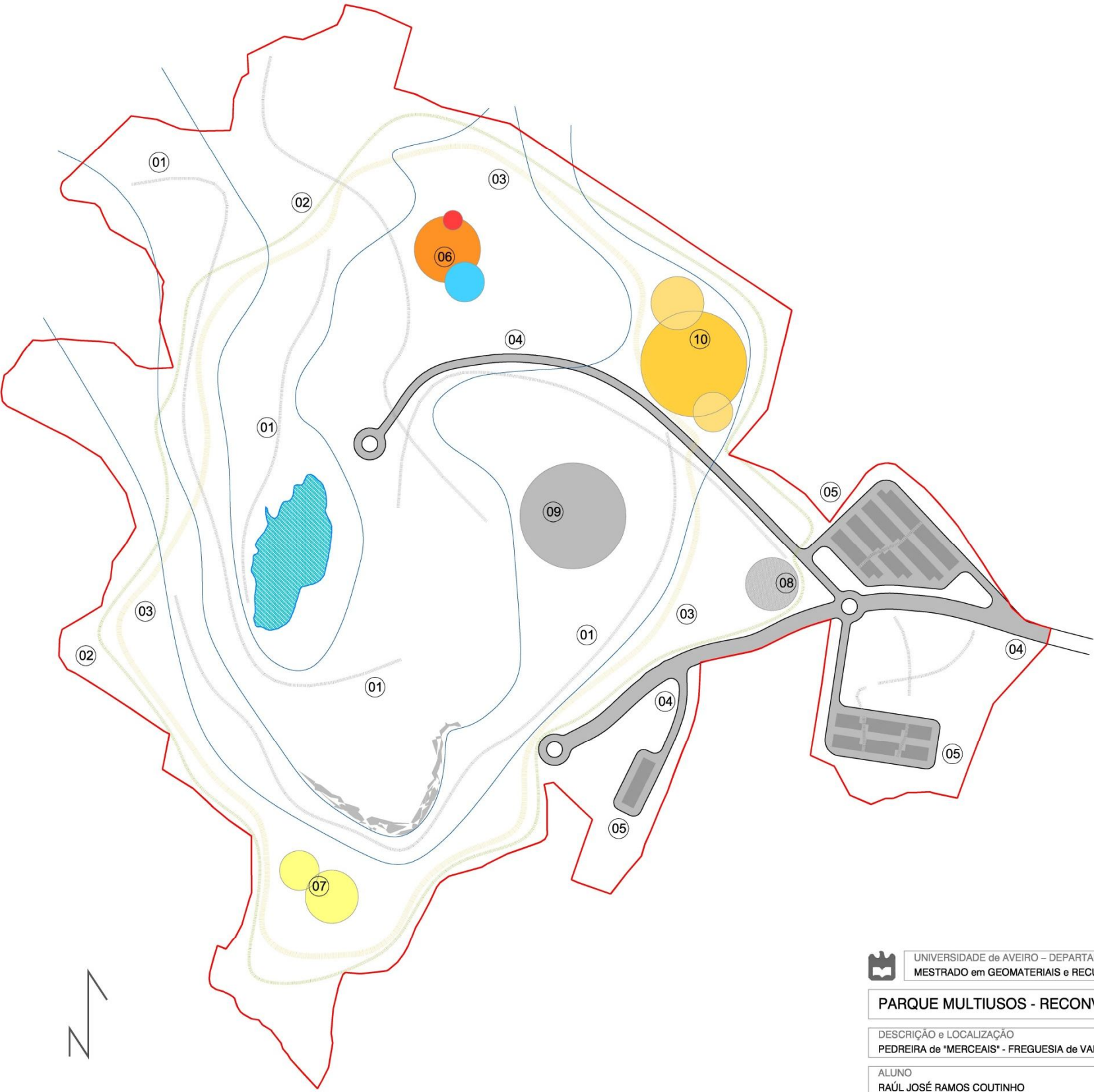
ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO


DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

REVEGETAÇÃO
GRAMÍNEAS

013





UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

REVEGETAÇÃO
CIRCULAÇÃO

014



ESCORREGA
NEMECEK SPUTNIK



ELEMENTO de JOGO
FoRM ASSOCIATES



ELEMENTOS de JOGO
GALOPIN



ELEMENTOS de JOGO
GALOPIN



ELEMENTO de JOGO
ERECT ARCHITECTURE



CONJUNTO de ELEMENTOS de JOGOS
ERECT ARCHITECTURE



ELEMENTO de JOGO
SKALA DESIGN



ESTRUTURA de REDE
DYMATION SLEEP



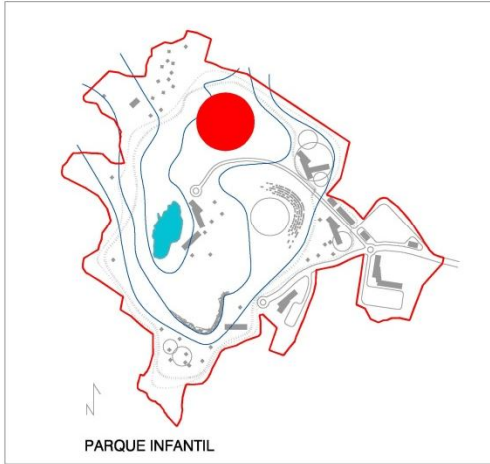
ELEMENTO de JOGO em MADEIRA
DEN BUILDING



CONJUNTO de ELEMENTOS de JOGOS
ERECT ARCHITECTURE



ELEMENTO de JOGO
PROMETEO - GALOPIN



PARQUE INFANTIL



BANCO
MARTI FRANCH



GRADEAMENTO
CSABA TARSOLY



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO


DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
sem escala

PROPOSTA
PARQUE INFANTIL

015





UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
1/3.000

PROPOSTA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA

016



BANCO INDIVIDUAL
URBAN LINHA AR PURO



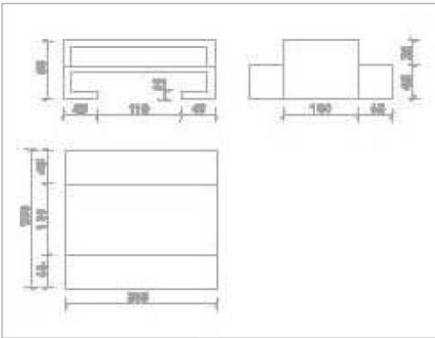
CADEIRA INDIVIDUAL
URBAN LINHA AR PURO



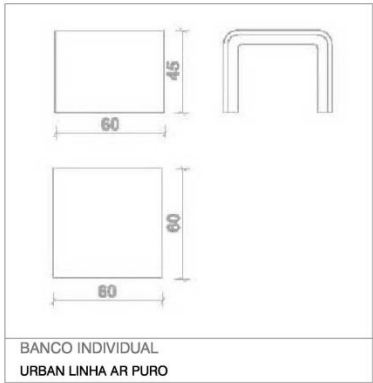
PAPELEIRA
URBAN LINHA AR PURO



MESA e BANCO para PIQUENIQUE
URBAN LINHA MATEUS



MESA e BANCO para PIQUENIQUE
URBAN LINHA MATEUS



BANCO INDIVIDUAL
URBAN LINHA AR PURO



BANCO INDIVIDUAL CURVO PERFURADO e PAPELEIRA
LARUS DESIGN URBANO LINHA RUA



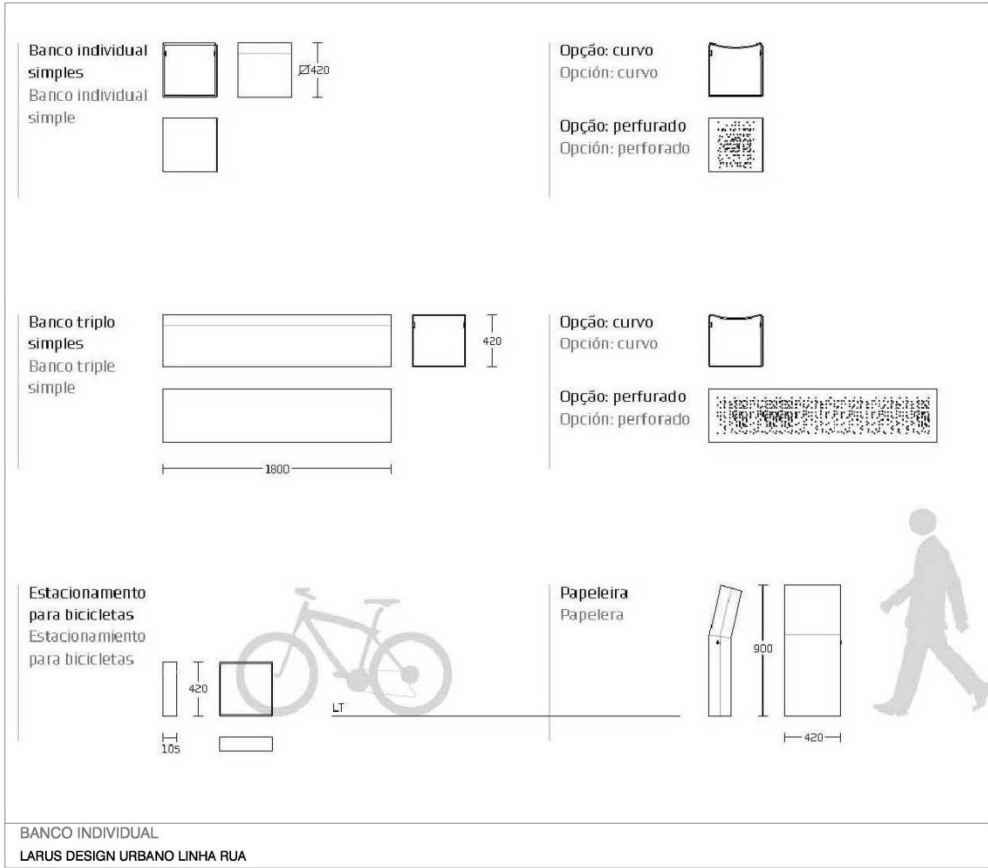
BANCO TRIPLO SIMPLES e ESTACIONAMENTO BICICLETAS
LARUS DESIGN URBANO LINHA RUA



BANCO INDIVIDUAL CURVO PERFURADO
LARUS DESIGN URBANO LINHA RUA



BEBEDOURO
URBAN LINHA AR PURO



BANCO INDIVIDUAL
LARUS DESIGN URBANO LINHA RUA



PAINEL INFORMATIVO
ROTUART



PAINEL INFORMATIVO
ROTUART



EXEMPLO de SINALÉTICA
SINALIZAÇÃO



PROTEÇÃO PARA ÁRVORES
LARUS DESIGN URBANO

UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

ESCALA
sem escala

MOBILIÁRIO URBANO
EXEMPLOS

017



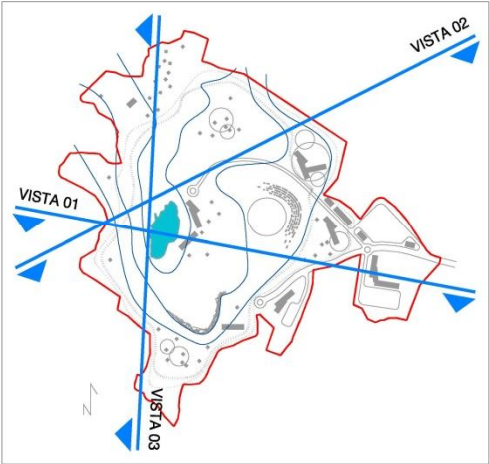
PATAMAR 01
VISTA 01



PATAMAR 01
VISTA 02



PATAMAR 01
VISTA 03



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

DATA
SETEMBRO 2012

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

REGISTOS
FOTOGRAFICOS

018



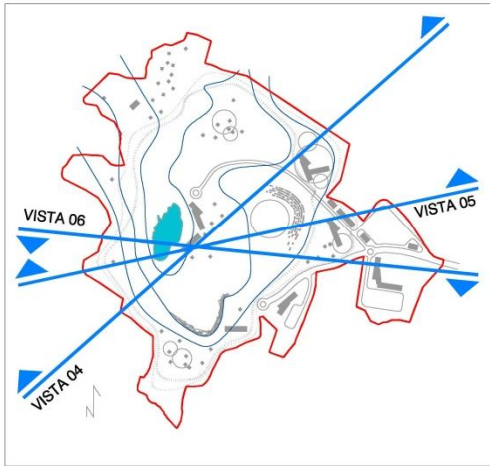
PATAMAR 02
VISTA 04



PATAMAR 02
VISTA 05



PATAMAR 02
VISTA 06



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

DATA
SETEMBRO 2012

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

REGISTOS
FOTOGRAFICOS

019



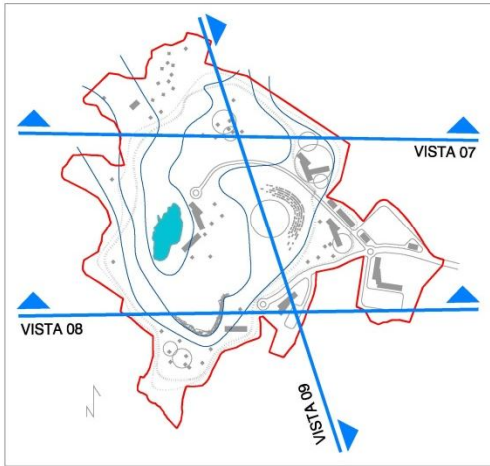
PATAMAR 03
VISTA 07



PATAMAR 03
VISTA 08



PATAMAR 03
VISTA 09



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

DATA
SETEMBRO 2012

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

REGISTOS
FOTOGRAFICOS

020



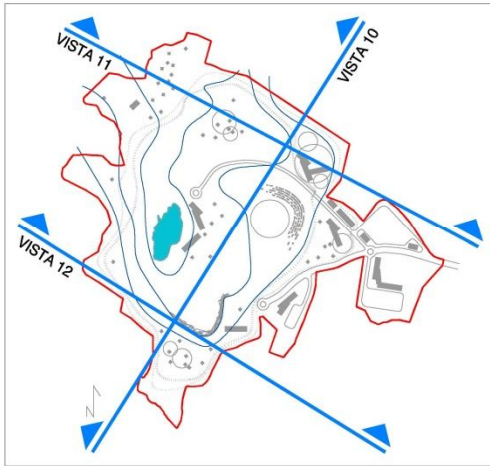
PATAMAR 04/05
VISTA 10



PATAMAR 04/05
VISTA 11



PATAMAR 04/05
VISTA 12



UNIVERSIDADE de AVEIRO – DEPARTAMENTO de GEOCIÊNCIAS
MESTRADO em GEOMATERIAIS e RECURSOS GEOLÓGICOS

PARQUE MULTIUSOS - RECONVERSÃO de UMA PEDREIRA

DESCRIÇÃO e LOCALIZAÇÃO
PEDREIRA de "MERCEAIS" - FREGUESIA de VALE SALGUEIRO - CONCELHO de MIRANDELA

ALUNO
RAÚL JOSÉ RAMOS COUTINHO

DATA
SETEMBRO 2012

REGISTOS
FOTOGRAFICOS

021